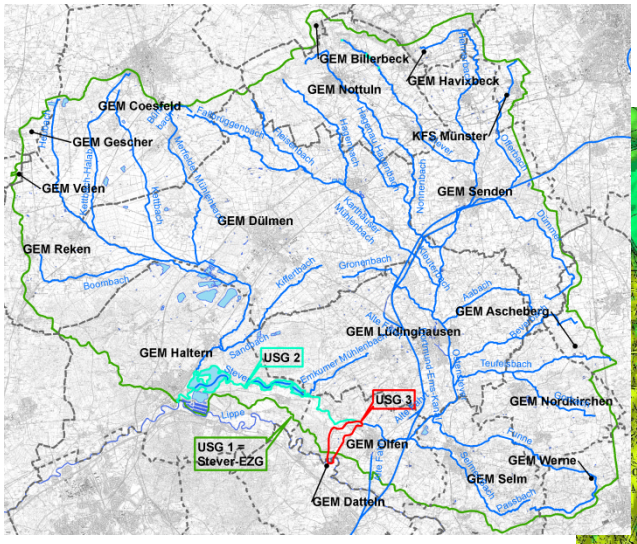
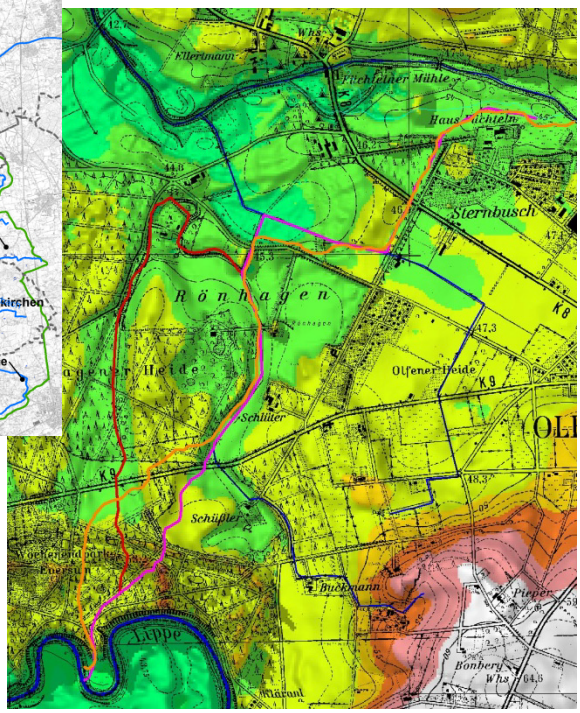
Olfen
ein gutes Stückchen Münsterland

Neue Stever bei Olfen

Teil B – Wasserwirtschaftlicher Erläuterungsbericht

- Planfeststellungsverfahren gemäß § 68 WHG -





PROAQUA
Ingenieurgesellschaft für
Wasser- und Umwelttechnik mbH

Planungsbüro Koenzen
Wasser und Landschaft

Neue Stever bei Olfen

Teil B – Wasserwirtschaftlicher Erläuterungsbericht

- Planfeststellungsverfahren gemäß § 68 WHG -

Auftraggeber:

Olfen
ein gutes Stückchen Münsterland

Der Bürgermeister
Kirchstr. 5
59399 Olfen

Auftragnehmer:

ARGE WASSER

Bearbeitung:

Planungsbüro Koenzen
Wasser und Landschaft

Schulstraße 37
40721 Hilden
Tel: 02103 / 90884 – 0
Fax: 02103 / 90884 – 19

PROAQUA
Ingenieurgesellschaft für
Wasser- und Umwelttechnik mbH

Turpinstraße 19
52066 Aachen
Tel: 0241 / 9 49 92 – 0
Fax: 0241 / 9 49 92 - 29

April 2012

Inhaltsverzeichnis

1 Veranlassung und Ziele 7

2 Ist-Zustand 8

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse 8

2.1.1 Einzugsgebiet 8

2.1.2 Bodenverhältnisse 10

2.1.3 Hydrologische Verhältnisse 11

2.1.4 Grundwasserverhältnisse 15

2.2 Planerische Rahmenbedingungen und Restriktionen 21

2.2.1 Verhältnisse in der Stever 22

2.2.2 Nutzungen im Gewässer und in der Aue 28

2.2.3 Bauwerke im und am Gewässer 29

2.2.4 Versorgungsträger 29

2.2.5 Stadtentwässerung 30

2.2.6 Naturbad Olfen 31

2.2.7 Landschaftsseen Olfen 31

2.2.8 Abflussverhältnisse in der Neuen Stever 32

2.2.9 Bodendenkmäler 39

3 Variantenvergleich 40

4 Entwurfsbeschreibung 42

4.1 Planungsziele 42

4.2 Linienführung und Längsentwicklung 42

4.2.1 Längsgefälle 44

4.2.2 Schubspannungen 44

4.2.3 Erosionssicherung in der Steveraue 46

4.3 Kreuzungsbauwerke 47

4.4 Querschnittsgestaltung und -sicherung 49

4.5 Entnahmebauwerk 52

4.6 Regelungsbauwerk 57

4.7 Gefälleabbau Neue Stever 58

4.7.1 Rahmenbedingungen und Anforderungen 58

4.7.2 Dimensionierung und Gestaltung 63

4.8 Anschluss der Nebengewässer 69

4.8.1 Entwässerungsgraben am Bauhof 69

4.8.2 Anschluss Lambertgraben 69

4.8.3 Anschluss RRB Rönhagen 70

4.8.4 Anschluss N.N.-Gewässer („Schüßlergraben“) 70
4.9 Anschluss an die Lippe 70
4.10 Auswirkungen auf die Grundwasser-verhältnisse 73
4.10.1 Verhältnisse im Ist- und Planungszustand 73
4.10.2 Eigenentnahmen von Grundwasser 87
4.10.3 Abschätzung der Grundwasserveränderungen auf Setzungen 89
4.11 Unterhaltungsweg 92
4.12 Überschwemmungsflächen HQ_{100} 92
5 Auswirkung auf die Wasserkraftnutzung 94
6 Grunderwerb 100
7 Projektabwicklung 101
7.1 Bauablauf und Zeitplan 101
7.2 Bodenmanagement 102
7.2.1 Kostenberechnung 105
8 Literaturverzeichnis 108

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Einzugsgebiet der Stever 9
Abbildung 2.2: Walzenwehre der Talsperre Haltern 9
Abbildung 2.3: Schematische Darstellung des Talsperrensystems Haltern / Hullern 10
Abbildung 2.4: Bodentypen im Planungsraum (Quelle: Digitale Bodenkarte NRW 1:50.000) 11
Abbildung 2.5: Dauerlinie der Unterschreitung am Pegel Füchtelner Mühle / Stever 13
Abbildung 2.6: Lambertgraben rund 200 m oberhalb der Mündung in die Lippe (Foto gegen die Fließrichtung, Mai 2009) 14
Abbildung 2.7: Unbenannter Graben ca. 200 m oberhalb der Mündung in den Lambertgraben. (Foto in Fließrichtung, April 2008) 15
Abbildung 2.8: Bohrprofil der Grundwassermessstelle im Bereich der Kreuzung „Alter Postweg“ / „Alleeweg“ (Quelle: Lippeverband) 17
Abbildung 2.9: Bohrprofil der Grundwassermessstelle 100 m nördlich der K9 im Bereich der Wochenendhaussiedlung *Eversumer Heide* (Quelle: Lippeverband) 18
Abbildung 2.10: Bohrprofil der Grundwassermessstelle an der Straße „Hohe Lüchte“, ca. 100 m nordöstlich des Hofes Schüßler (Quelle: Lippeverband) 19
Abbildung 2.11: Grundwassergleichen im Planungsraum, April 1994 (Datenquelle Stadt Olfen) 21
Abbildung 2.12: Füchtelner Mühle, Ansicht vom Unterwasser (Quelle Stadt Olfen) 24
Abbildung 2.13: Ganglinie der gemessenen Abflüsse im Unterwasser der Füchtelner Mühle (04/2006 – 06/2006) 24
Abbildung 2.14: Ganglinie der gemessenen Abflüsse im Unterwasser der Füchtelner Mühle (19.05.2006 – 29.05.2006) 25
Abbildung 2.15: Ganglinie der gemessenen Oberwasserstände (blau) und Abflüsse (rot) der Füchtelner Mühle (08.08.2008 – 12.08.2008) 25
Abbildung 2.16: Wasserspiegellagen beim 100-jährlichen Abfluss gemäß ÜSG-Festsetzung (Datenbasis gemäß BR Münster) 27
Abbildung 2.17: Festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Stever (HQ_{100}) 28
Abbildung 2.18: Mittlere Jahresabfluss (Wasserwirtschaftsjahre) der Stever am Pegel Füchtelner Mühle / Stever 33
Abbildung 2.19: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 1996 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss) 34
Abbildung 2.20: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 2001 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss) 34

Abbildung 2.21: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 2001 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss) 37
Abbildung 3.1: Verlauf der Varianten 1 bis 3 im Untersuchungsgebiet 41
Abbildung 4.1: HQ_{100}-Überschwemmungsgebiet der Stever im Entnahmebereich der Neuen Stever 47
Abbildung 4.2: Beispiel für einen offenen Rahmendurchlass 49
Abbildung 4.3: Exemplarisches Gestaltungsquerprofil der Neuen Stever bei 5 m Einschnittstiefe 50
Abbildung 4.4: Exemplarisches Gestaltungsquerprofil der Neuen Stever bei 10 m Einschnittstiefe 50
Abbildung 4.5: Aufteilung des Steverabflusses am Beispiel der Dauerlinie des Wasserwirtschaftsjahres 2005 nach DGJ 55
Abbildung 4.6: Wasserspiegellagen in der Stever bei mittlerem Abfluss im Istzustand (rot), gemäß Umflutplanung (magenta) und Vorzugsvariante (blau) 55
Abbildung 4.7: Wasserspiegellagen in der Stever bei mittlerem Hochwasser im Istzustand (rot), gemäß Umflutplanung (magenta) und Vorzugsvariante (blau) 56
Abbildung 4.8: Auszug aus der Fischgewässertypenkarte NRW (Stand Mai 2007) 59
Abbildung 4.9: Wasserstands- / Abflussbeziehung im Bereich des Riegels bei Ansatz der minimal zulässigen Schlitzbreiten (Details siehe Tabelle 4.8) 65
Abbildung 4.10: Wasserstands- / Abflussbeziehung im Bereich des Riegels bei Ansatz der maximal möglichen Schlitzbreiten 66
Abbildung 4.11: Lage der Grundwassermessstellen im Planungsraum 74
Abbildung 4.12: Ausgewählte Grundwasserganglinien (Messwerte) im Planungsraum 75
Abbildung 4.13: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Istzustand bei hohen GW-Verhältnissen 76
Abbildung 4.14: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Istzustand bei niedrigen GW-Verhältnissen 78
Abbildung 4.15: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Planungszustand bei hohen GW-Verhältnissen 80
Abbildung 4.16: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Planungszustand bei niedrigen GW-Verhältnissen 81
Abbildung 4.17: Veränderung des Grundwasserspiegels infolge der Maßnahmen (bei niedrigen GW-Verhältnissen) 82
Abbildung 4.18: Grundwasserflurabstände im Istzustand bei niedrigen GW-Verhältnissen 84
Abbildung 4.19: Grundwasserflurabstände im Planungszustand bei niedrigen GW-Verhältnissen 85

Abbildung 4.20: Grundwasserflurabstände im Istzustand bei mittleren GW-Verhältnissen 86
Abbildung 4.21: Grundwasserflurabstände im Planungszustand bei mittleren GW-Verhältnissen 87
Abbildung 4.22: Hydrologischer Längsschnitt der Neuen Stever....93
Abbildung 5.1: Vergleich der Wirkungsgradkennlinien verschiedener Turbinenarten (Quelle: Gisecke, J; Mosonyi, E.: Wasserkraftanlagen, Springer, Berlin, 1998)....95
Abbildung 5.2: Zur Berechnung angenommene Wirkungsgradkennlinien 96
Abbildung 5.3: Einsatzbereich der jeweiligen Wasserkraftmaschine in Abhängigkeit des Zuflusses 97
Abbildung 5.4: Optimale Beaufschlagung der jeweiligen Wasserkraftmaschine bei Ansatz eines mittleren Abflussjahres (Basis: Dauerlinie der Unterschreitung am Pegel Füchtelner Mühle / Stever, DGJ 2005, mittlere Werte) 98
Abbildung 5.5: Optimaler Einsatz der jeweiligen Wasserkraftmaschine im Wasserwirtschaftsjahr 2005, Istzustand 98
Abbildung 7.1: Abtragsvolumina des Erdaushubs zur Schaffung der Neuen Stever 103

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1: Gewässerkundliche Hauptwerte des Pegels Füchtelner Mühle / Olfen (Basis DGJ 2005) 12
Tabelle 2.2: Einzugsgebiete und „Pegelfaktoren“ zur Ermittlung der Zuflüsse in die Talsperren Haltern und Hullern 35
Tabelle 2.3: Bemessungsabflüsse in der Neuen Stever 38
Tabelle 4.1: Kreuzungsbauwerke an der Neuen Stever 48
Tabelle 4.2: Hydraulische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe (Quelle: Handbuch Querbauwerke, MUNLV NRW, 2005) 60
Tabelle 4.3: Geometrische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe (Quelle: Handbuch Querbauwerke, MUNLV NRW, 2005) 60
Tabelle 4.4: Grenzwerte gemäß DWA Merkblatt 509 (Gelbdruck) bei Ansatz der Barbe als maßgebende Art 61
Tabelle 4.5: Grenzwerte gemäß DWA Merkblatt 509 (Gelbdruck) bei Ansatz der Brachse als maßgebende Art 61
Tabelle 4.6: Zur Gestaltung und Dimensionierung gewählten Mindestanforderungen 62
Tabelle 4.7: Maßgebende Bemessungsabflüsse 62
Tabelle 4.8: Gewählte Abmessungen bei minimal möglicher Schlitzbreite 64
Tabelle 4.9: Ergebnisse der hydraulische Berechnung bei Ansatz minimal zulässiger Schlitzbreiten (Details siehe Tabelle 4.8) 64
Tabelle 4.10: Ergebnisse der hydraulischen Berechnung bei Ansatz maximal möglicher Schlitzbreite von 0,5 m und einer Grundschwellenhöhe von 0,25 m 66
Tabelle 4.11: Stabilitätsnachweis der Gewässersohle 68
Tabelle 4.12: Lippewasserstände im Bereich der Neue Stever Mündung (Quelle Lippeverband) 72
Tabelle 4.13: Grundwasserentnahmestellen der Eigenversorger 88
Tabelle 4.14: Auswirkung auf Grundwasserentnahmestellen der Eigenversorger mit geringer Tiefe 89
Tabelle 5.1: Vergleich der Jahreserträge der Wasserkraftanlage für die untersuchten Ausbauzustände 99

1 Veranlassung und Ziele

Die Flusssysteme von Stever und Heubach im südlichen Münsterland sind seit dem Bau der Stauseen Haltern (Bau von 1928-1930) und Hullern (Baubeginn 1974) von der Lippe abgeschnitten. Die Stauseen liegen kurz oberhalb der Mündung der Stever in die Lippe auf dem Gebiet der Stadt Haltern am See. Aufgrund dieser räumlichen Lage unterbrechen sie die ökologische Durchgängigkeit des gesamten Stever-Einzugsgebietes, so dass sie eine wichtige Rolle bei der Wiederherstellung der Durchgängigkeit spielen.

Die geplante Schaffung einer Neuen Stever bedarf nach § 68 Wasserhaushaltsgesetz der Durchführung einer Planfeststellung. Die Stadt Olfen hat im Jahr 2009 die ARGE Wasser, Aachen / Hilden, mit der Erstellung der Genehmigungsunterlagen beauftragt. Neben dem hier vorliegenden Wasserwirtschaftlichen Erläuterungsbericht sind die Umweltverträglichkeitsstudie, der Landschaftspflegerische Begleitplan sowie die FFH-Verträglichkeitsstudie Bestandteile der zur Genehmigung erforderlichen Unterlagen.

Der Anlass des Vorhabens ist detailliert im „Allgemeinen Teil“ (Teil A) beschrieben.

2 Ist-Zustand

2.1 Beschreibung der örtlichen Verhältnisse

Die Stever entwässert eine Fläche von rund 925 km^2 und mündet bei Haltern in die Lippe. In den folgenden Kapiteln werden das Einzugsgebiet und die vorhandenen Verhältnisse erläutert.

2.1.1 Einzugsgebiet

Das oberirdische Einzugsgebiet der Stever hat eine Größe von rund 925 km^2 und ist eines der größten Teileinzugsgebiete der Lippe. Das Einzugsgebiet wird zum größten Teil landwirtschaftlich intensiv genutzt. Die Ortslagen Dülmen, Nottuln, Senden, Lüdinghausen, Nordkirchen, Selm, Olfen und Haltern sind die wesentlichen urban geprägten Gebiete (vergl. Abbildung 2.1 und Anlage 1).

Als größtes Nebengewässer ist das Heubachsystem, welches den westlichen Bereich des Stever-Einzugsgebiets abdeckt, zu nennen. Der Heubach mündet in den Halterner See, welcher kurz oberhalb der Mündung in die Lippe liegt.

Etwa 2 km oberhalb der Mündung der Stever in die Lippe befindet sich der Halterner Stausee. Er ist zusammen mit dem Hullerner Stausee eine der größten Trinkwassergewinnungsanlagen in Europa. Der Gesamtinhalt der Stauseen beträgt rund 31,5 Mio. m^3. Diese dienen der Grundwasseranreicherung zur Gewinnung von Trinkwasser von rund 100 Mio. m^3 pro Jahr. Der Aufstau der Talsperre Haltern erfolgt durch zwei Walzenwehre (vgl. Abbildung 2.2). Hierdurch sowie durch weitere Querbauwerke ist die ökologische Durchgängigkeit zwischen Lippe und Stever bzw. dem Heubachsystem nicht gegeben. In Abbildung 2.3 ist das Talsperrensystem schematisch dargestellt.

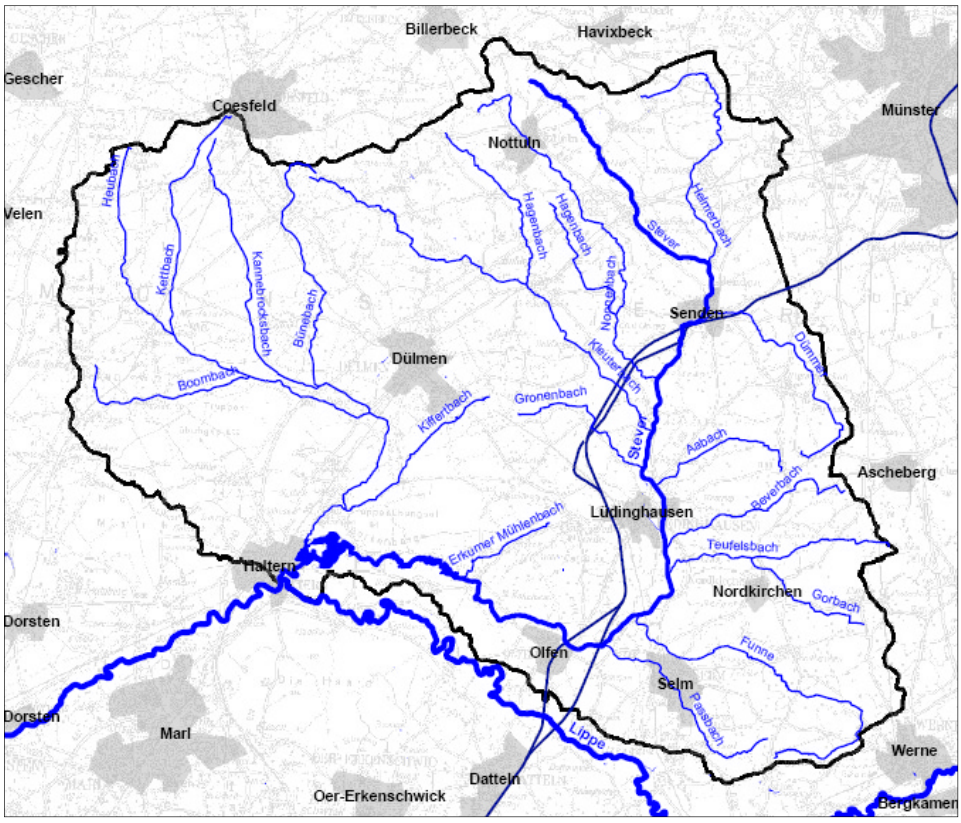


Abbildung 2.1: Einzugsgebiet der Stever

Abbildung 2.2: Walzenwehre der Talsperre Haltern

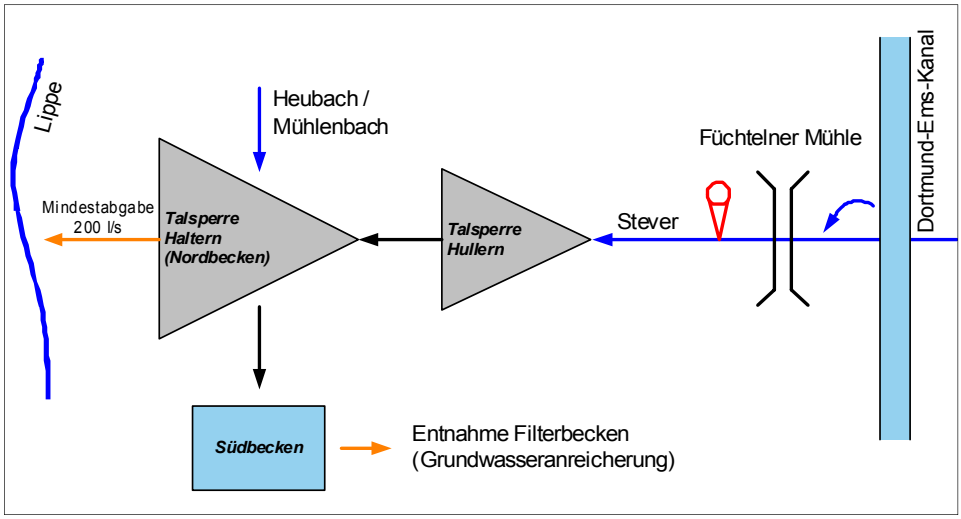


Abbildung 2.3: Schematische Darstellung des Talsperrensystems Haltern / Hullern

2.1.2 Bodenverhältnisse

Der Planungsraum wird im Wesentlichen durch sandige Böden charakterisiert. Vorherrschend sind Feinsande, Mittelsande und zum Teil auch schluffige Einlagerungen. Die Mächtigkeit der oberen Bodenzone variiert zwischen etwa 2 und 10 m. Bezüglich der Bodentypen ist der Planungsraum im Wesentlichen durch Gleyböden bestimmt (siehe auch Abbildung 2.5). Weitere Erläuterungen und Einzelheiten sind in Teil C d.h. der Umweltverträglichkeitsstudie in Kapitel 2.2.4 und hier insbesondere in Kapitel 2.2.4.2 aufgeführt.

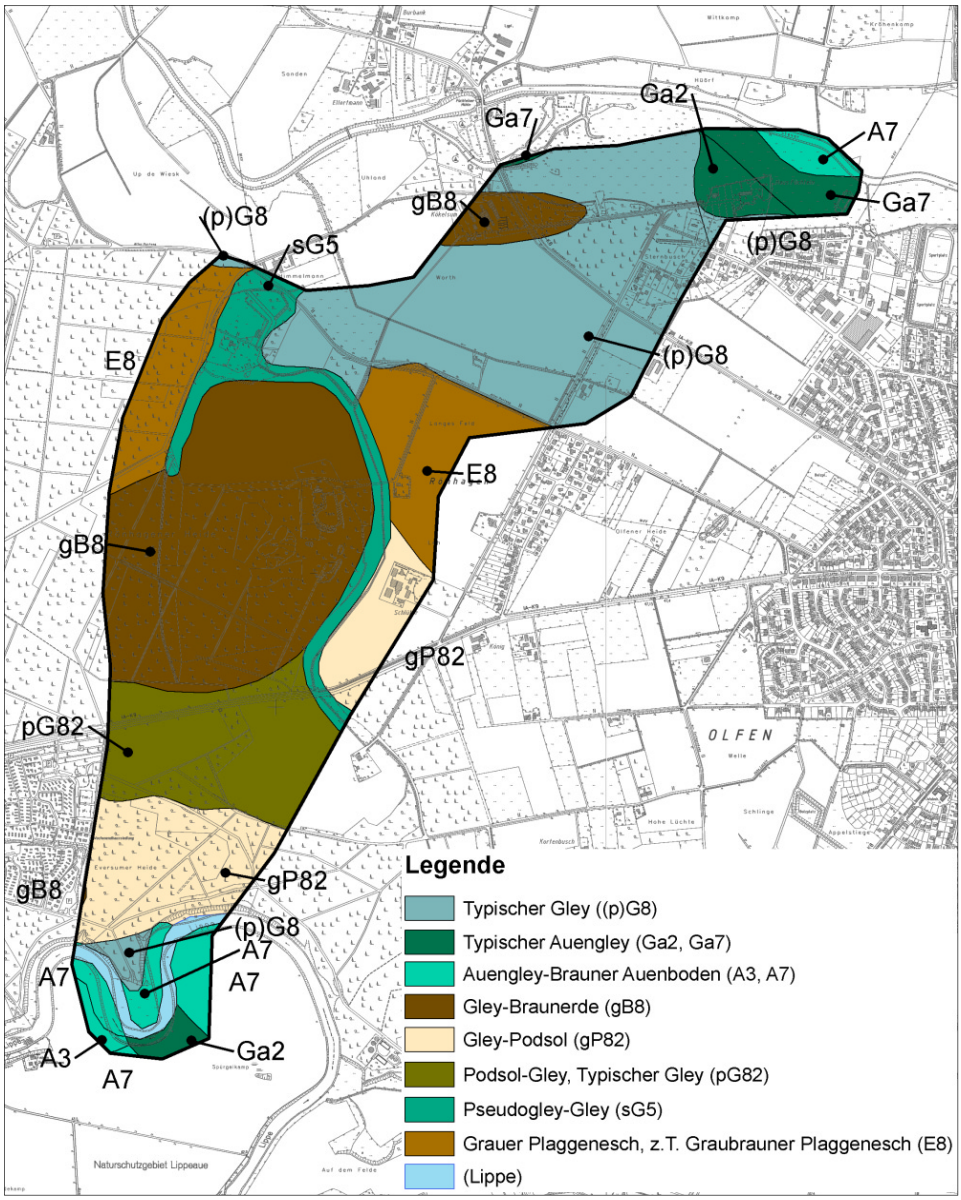


Abbildung 2.4: Bodentypen im Planungsraum (Quelle: Digitale Bodenkarte NRW 1:50.000)

2.1.3 Hydrologische Verhältnisse

Im Einzugsgebiet der Stever werden die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse an einer Vielzahl von Gewässerpegeln erfasst. Für die hier vorliegende Untersuchung ist der Pegel an der Füchtelner Mühle von besonderer Bedeutung. Der Pegel befindet sich unmittelbar unterhalb der Füchtelner Mühle und deckt ein Einzugsgebiet von 531 km^2 ab. In der Tabelle 2.1 sind die Abflusskennwerte des Gewässerkundlichen Jahrbuches 2005 dargestellt.

Tabelle 2.1: Gewässerkundliche Hauptwerte des Pegels Füchtelner Mühle / Olfen (Basis DGJ 2005)

Bezeichnung	Abfluss [m^3/s]	Spende [$l/s/km^2$]
NQ	0,029	0,1
MNQ	0,233	0,4
MQ	5,480	10,3
HQ_1	63,500	119,6
MHQ	73,500	138,4
HQ_5	101,000	190,2

In Abbildung 2.5 ist die Dauerlinie der Unterschreitung der Füchtelner Mühle auf Basis des Jahres 2005 dargestellt. Gemäß dem zur Festsetzung der Überschwemmungsgebiete verwendeten hydraulischen Modell beträgt der 100-jährliche Abfluss im Bereich der Füchtelner Mühle 143 m^3/s.

Um auch in extrem trockenen Jahren die Trinkwasserversorgung zu sichern, besteht die Möglichkeit, aus dem Dortmund-Ems-Kanal Wasser in die Stever zu speisen. Die Zuspeisung erfolgt dann über die Stever in das Talsperrensystem Haltern / Hullern.

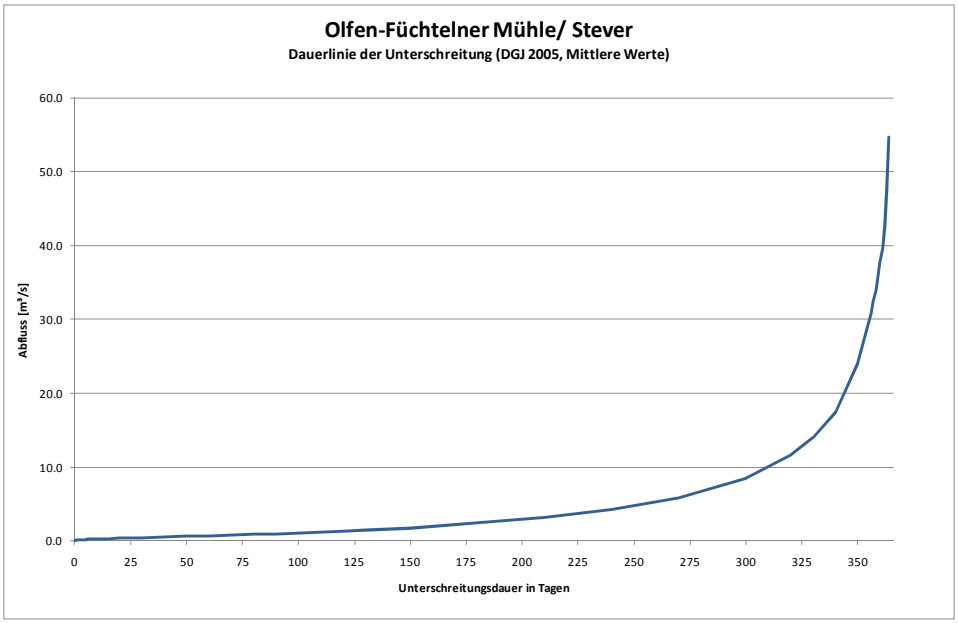


Abbildung 2.5: Dauerlinie der Unterschreitung am Pegel Füchtelner Mühle / Stever

Im Planungsraum befinden sich im heutigen Zustand zwei Gewässer. Dies ist zum einen der von Ost nach West fließende und in die Lippe mündende Lambertgraben (siehe Abbildung 2.6), welcher westliche und südliche Teile der Stadt Olfen und die natürlichen Einzugsgebiete entwässert. Von Süden, etwa 580 m oberhalb der Mündung in die Lippe mündet ein nicht genannter Graben von links in den Lambertgraben. Über diesen wird das südliche Einzugsgebiet entwässert. In Abbildung 2.7 ist der nicht benannte Graben dargestellt. Im heutigen Zustand führen beide Gewässer in der Regel Wasser, nur in sehr trockenen Zeiten sind sie beide abflusslos.

Die Ableitungen des Niederschlagswassers der Stadt Olfen erfolgt in den Lambertgraben und in die Stever. Die Einleitungen in die Stever sind hier von untergeordneter Rolle, die Einleitungen in den Lambertgraben haben planerische Relevanz. Einzelheiten zur Stadtentwässerung sind in Kapitel 2.2.5 aufgeführt.

Die maximalen Abflüsse im Lambertgraben werden im heutigen Zustand durch Niederschlagswassereinleitungen aus dem versiegelten Bereich der Stadt Olfen geprägt.

Abbildung 2.6: Lambertgraben rund 200 m oberhalb der Mündung in die Lippe (Foto gegen die Fließrichtung, Mai 2009)

Abbildung 2.7: Unbenannter Graben ca. 200 m oberhalb der Mündung in den Lambertgraben. (Foto in Fließrichtung, April 2008)

2.1.4 Grundwasserverhältnisse

Die Grundwasserleiter des westlichen Einzugsgebietes der Stever, insbesondere des Heubachs werden durch fein- bis mittelsandigen Schluff geprägt. Die Durchlässigkeit des Porengrundwasserleiters ist mäßig, im Bereich der Halterner Seen teilweise mittel bis hoch. Die östlichen Bereiche des Einzugsgebietes, insbesondere die des Stever-Oberlaufes liegen im Bereich der Münsterländer Oberkreide, der

Grundwasserleiter besteht überwiegend aus Mergelgestein, z.T. Kalkstein, und ist klüftig.

Im Planungsraum sind vorwiegend sandige Böden anzutreffen, welche Feinsande oder sandige Schluffe überlagern Der obere Grundwasserleiter kann dem silikatischen Lockergestein zugeordnet werden, der Porengrundwasserleiter weist eine mäßige Durchlässigkeit von 10^{-4} bis 10^{-5} m/s auf (Quelle: Hydrogeologische Karte, HÜK 200).

Gemäß der geologischen Karten Lüdinghausen (Maßstab 1:25.000) sind die Gewässersohle und die unmittelbar angrenzende Aue durch Feinsande bzw. schluffige bis stark schluffige, z.T. auch tonige Böden charakterisiert. Die Durchlässigkeit der Gewässersohle und des Gewässernahbereiches ist somit geringer als die des angrenzenden Bodens.

Die Grundwasserverhältnisse werden durch eine Vielzahl von Grundwassermessstellen erfasst (siehe auch Kapitel 4.10.1). Im Planungsraum liegen vorwiegend Grundwassermessstellen des Lippeverbandes, der Gelsenwasser AG sowie des Landes Nordrhein-Westfalen. Für mehrere Grundwassermessstellen im Planungsraum stellte der Lippeverband freundlicherweise Bohrprofile zur Verfügung. In Abbildung 2.8, Abbildung 2.9 und Abbildung 2.10 sind ausgewählte Bohrprofile dargestellt. Die Abbildungen zeigen, dass die Mächtigkeiten der Feinsande und Mittelsande im Norden und Südwesten des Planungsraumes bei einer Mächtigkeit von 6 bis 10 m liegen. Sie zeigen aber auch, dass die Mächtigkeiten in östliche Richtung im Bereich des Hauses Schüssler deutlich abnehmen. Die Mächtigkeit der Sandauflage liegt hier im Bereich von 3,5 m. Auch in den weiter südöstlich gelegenen Bohrprofilen ist die Mächtigkeit der Sandauflage deutlich geringer als im Norden bzw. im Nordwesten des Planungsraumes. Dies spiegeln auch die in Abbildung 2.11 dargestellten Grundwassergleichen wider.

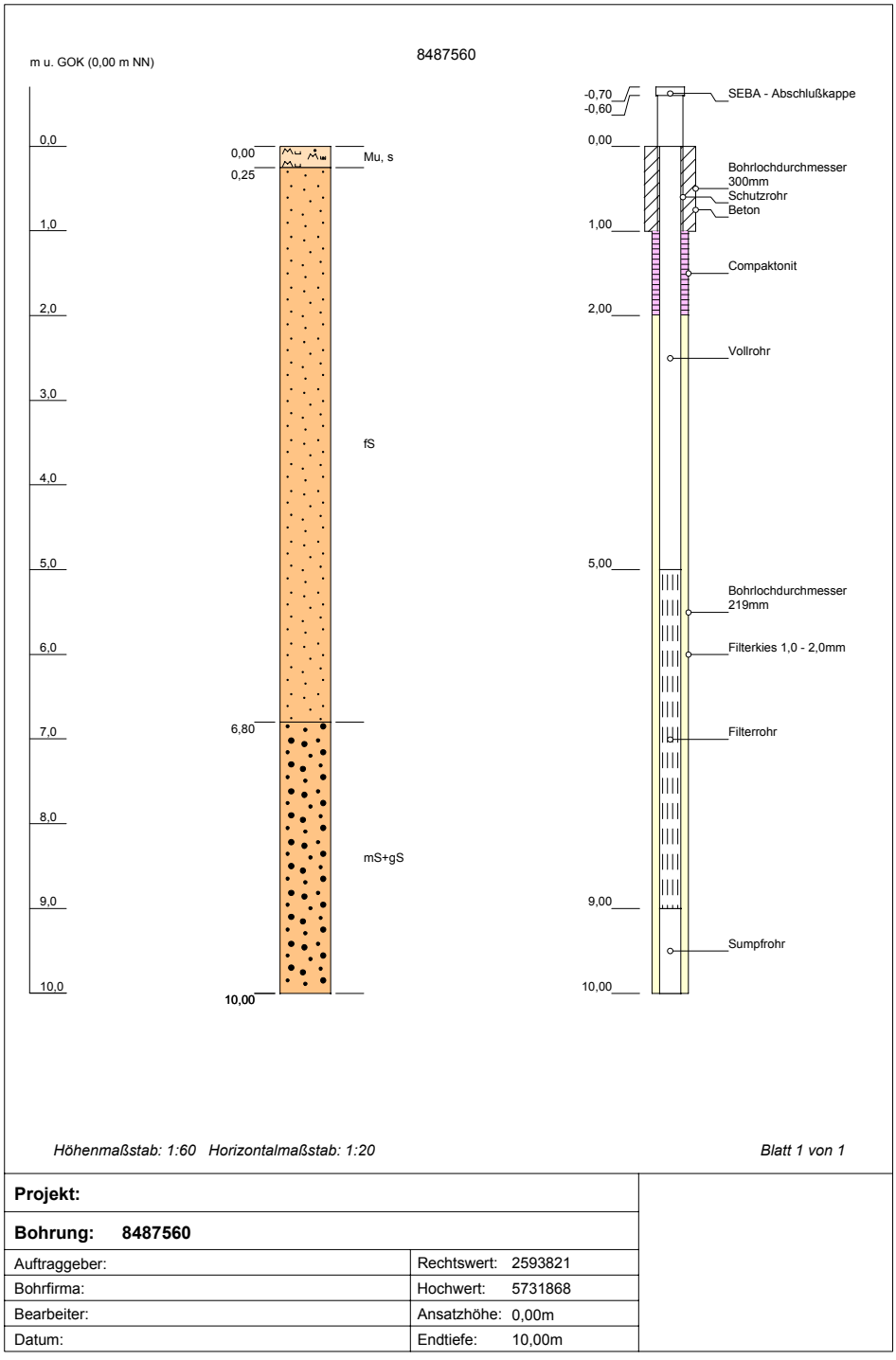
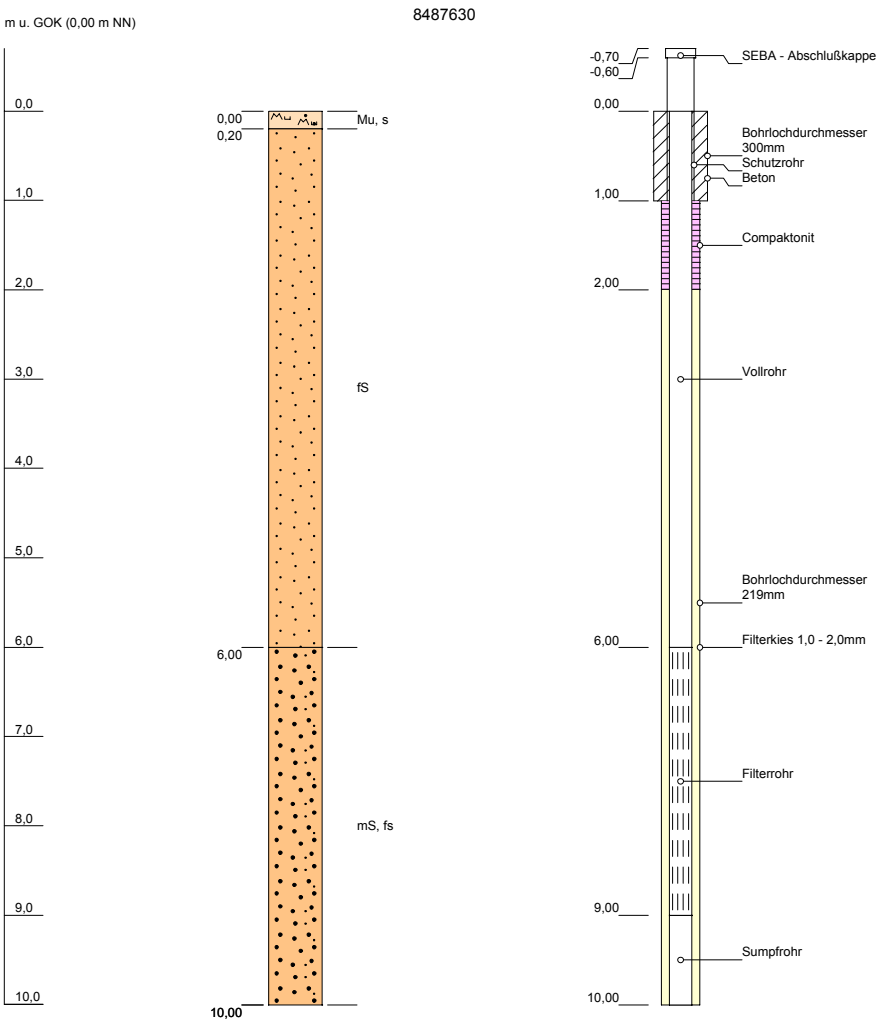


Abbildung 2.8: Bohrprofil der Grundwassermessstelle im Bereich der Kreuzung „Alter Postweg“ / „Alleeweg“ (Quelle: Lippeverband)



Projekt:		
Bohrung: **8487630**		
Auftraggeber:	Rechtswert:	2592574
Bohrfirma:	Hochwert:	5731085
Bearbeiter:	Ansatzhöhe:	0,00m
Datum:	Endtiefe:	10,00m

Abbildung 2.9: Bohrprofil der Grundwassermessstelle 100 m nördlich der K9 im Bereich der Wochenendhaussiedlung *Eversumer Heide* (Quelle: Lippeverband)

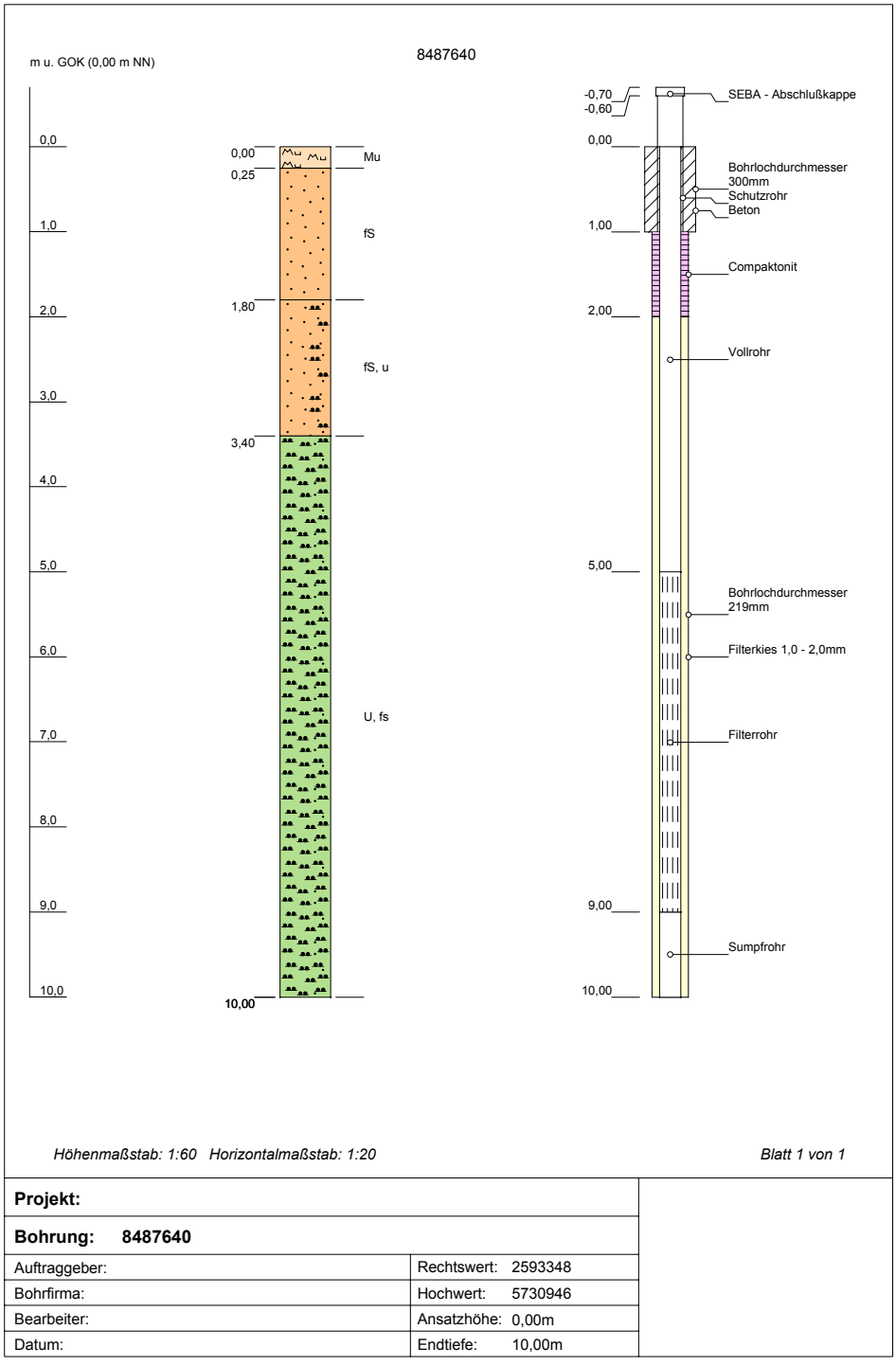


Abbildung 2.10: Bohrprofil der Grundwassermessstelle an der Straße „Hohe Lüchte“, ca. 100 m nordöstlich des Hofes Schüßler (Quelle: Lippeverband)

Die vorherrschende Grundwasserströmung im Planungsraum erfolgt in nordwestliche Richtung. In Abbildung 2.11 sind typische Grundwassergleichen dargestellt. Ausgehend von den sehr hohen Grundwasserständen am südöstlichen Rand des Planungsraumes (60 mNN und höher)

fließt das Grundwasser westlich zur Lippe oder in nördliche Richtung zur Stever. Die Grundwasserscheide ist zunächst nördlich orientiert, dreht allmählich in nordwestliche Richtung, um bei Schlüter zunehmend westlich zu verlaufen. Der Einfluss des Lambertgrabens sowie des von Süden kommenden unbenannten Grabens auf die Grundwasserverhältnisse ist in der Abbildung nicht erkennbar, obschon dieser vorhanden ist. Die Abbildung stellt die Grundwasserverhältnisse vereinfacht dar, ungeachtet dessen, spiegelt die Abbildung 2.11 sie qualitativ gut wider. Auffällig sind der sehr starke Gradient vom südöstlich gelegenen Bonberg in Richtung der K 9 sowie der steile Gradient zur Lippe.

Zur näheren Analyse und insbesondere zur Berücksichtigung der geplanten Maßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse wurde ein Grundwassermodell erstellt, Einzelheiten hierzu und den Auswirkungen sind in Kapitel 4.10 erläutert.

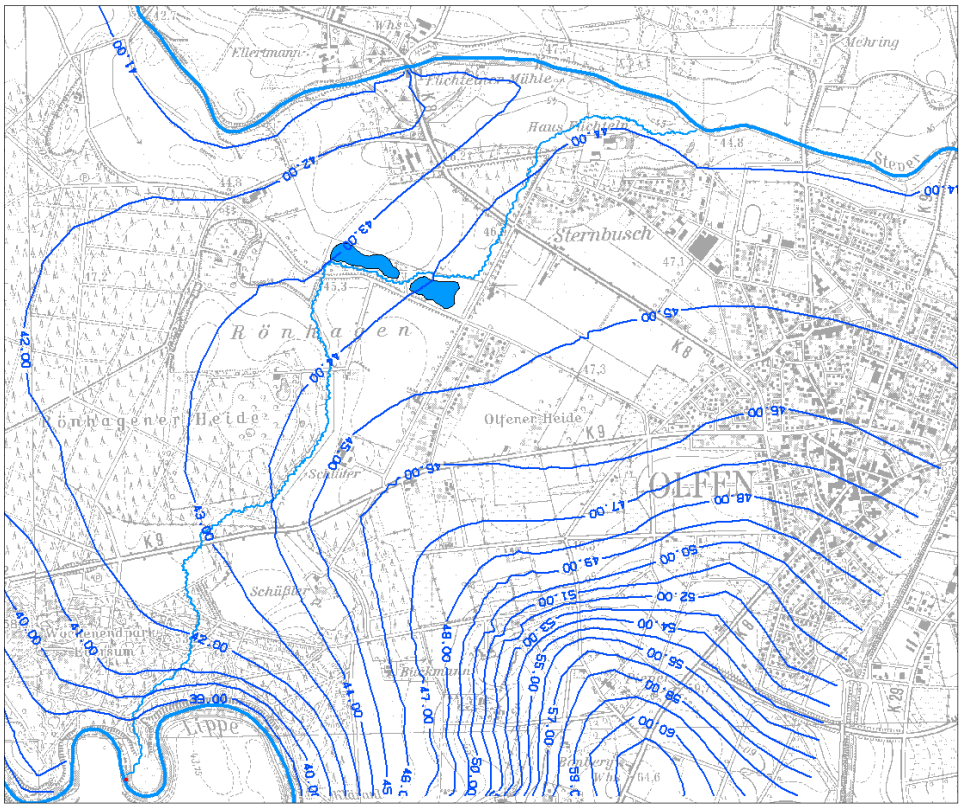


Abbildung 2.11: Grundwassergleichen im Planungsraum, April 1994 (Datenquelle Stadt Olfen)[1]

2.2 Planerische Rahmenbedingungen und Restriktionen

Bei der Neuen Stever handelt es sich um ein neu anzulegendes Oberflächengewässer, das in freiem Gefälle von der Stever zur Lippe fließt. Im Zuge einer Variantenuntersuchung (siehe Kapitel 0 dieses Berichts und Kapitel 4 der UVS) wurden verschiedene Trassierungen hinsichtlich ihrer

[1] In den hier dargestellten Grundwasserverhältnissen schneidet sowohl der Lambertgraben als auch der von Süden kommende unbenannte Graben in das Grundwasser ein. Sie werden somit durch Grundwasser gespeist bzw. beide Gewässer dränieren das Grundwasser. Bei genauerer Darstellung der GW-Gleichen wäre somit eine Krümmung der Gleichen zu erkennen.

wasserwirtschaftlichen und ökologischen Grundzüge charakterisiert und hinsichtlich ihrer Auswirkungen bewertet.
In den nachfolgenden Kapiteln werden die planerischen Rahmenbedingungen und Restriktionen beschrieben, die bei der Planung der Neuen Stever zu berücksichtigen sind. Neben den übergeordneten Fragestellungen, die für alle untersuchten Varianten Relevanz haben, werden die trassenspezifischen Restriktionen der Vorzugsvariante beschrieben.

2.2.1 Verhältnisse in der Stever

Die hydrologischen Eigenschaften, die Grundwasserverhältnisse und auch das Einzugsgebiet der Stever sind in Kapitel 2.1 beschrieben. Im Folgenden werden die Verhältnisse der Stever im unmittelbaren Nahbereich des Planungsraumes erläutert. Dies beinhaltet insbesondere den Einfluss und die Wirkung der Füchtelner Mühle, aktuelle bereits genehmigte Planungen sowie die hydraulischen Verhältnisse in der Stever.

2.2.1.1 Füchtelner Mühle

An der nordwestlich von Olfen gelegenen Querung der K 8 über die Stever liegt die Füchtelner Mühle. Gemäß der wasserrechtlichen Erlaubnis vom Mai 1994 darf das Wasser der Stever zum Zwecke der Wasserkraftnutzung oberhalb der Stauanlage Füchtelner Mühle bis zu einer maximalen Menge von 6 m^3/s entnommen werden. Die Wasserkraftanlage besteht aus zwei Propellerrohrturbinen mit einem Schluckvermögen von je 2,5 m^3/s sowie einem Wasserrad mit einem Schluckvermögen von 1 m^3/s.
In den Nebenbestimmungen der widerruflichen Erlaubnis steht unter Punkt 7: „Der Staurechtsinhaber hat hinzunehmen, dass aus ökologischen Gründen im Urwasser der Füchtelner Mühle ein Teilstrom in eine Umflut abgezweigt wird, ohne dass dem Nutzungsberechtigten ein Anspruch an entgangenem Gewinn entsteht.“ Der Aufstau der Füchtelner Mühle erfolgt durch Schütze (vgl. Abbildung 2.12), das Stauziel liegt auf 43,74 mNN. Wie in Kapitel 5 aufgeführt, sind Propellerrohrturbinen für wechselnde Abflüsse aufgrund ihrer Charakteristik wenig geeignet.

Gemeinsam mit dem Wasserrad kann bei entsprechender Steuerung die potenzielle Energie dennoch relativ gut genutzt werden. Ein Schwallbetrieb, bei dem zyklisch Wasser aufgestaut wird, das aufgestaute Wasser dann in kurzer Zeit durch die Turbinen abgeleitet wird und anschließend wieder aufgestaut wird, ist somit nicht erforderlich.

Die Wasserstandsaufzeichnungen im Unterwasser der Füchtelner Mühle, aber auch die vorliegenden Wasserstandsmessungen oberhalb der Füchtelner Mühle zeigen ein anderes Bild. In Abbildung 2.13 ist exemplarisch der gemessene Abfluss im Unterwasser der Füchtelner Mühle im Zeitraum April bis Juni 2006 dargestellt, Abbildung 2.14 zeigt einen kürzeren Ausschnitt. Es ist sehr deutlich zu erkennen, dass insbesondere im Mai, wegen vergleichsweise geringen Abflüssen, ständige Schwankungen zwischen etwa 0,2 und 2,7 m^3/s auftreten. Mit Anstieg des Abflusses ab etwa dem 19.05.2006 nimmt diese Schwankung ab und stabilisiert sich auf einem unteren Niveau von knapp 3 m^3/s. Die Abflussschwankungen liegen ab diesem Zeitpunkt etwa zwischen 3 und 6 m^3/s. Mit zunehmenden Abflüssen nehmen die Schwankungen ab und der Verlauf der Ganglinie wird „natürlicher“.

Der Verlauf lässt vermuten, dass die Wasserkraftanlage allein mit Hilfe der zwei Propellerrohrturbinen betrieben wird. Liegt der mittlere Zufluss wie z.B. zwischen dem 29.04. und dem 19.05. unterhalb des Schluckvermögens einer Rohrturbine, wird das Wasser in der Stever aufgestaut und beim Erreichen des Stauziels durch die Turbine abgeführt. Das Schluckvermögen von etwa 2,5 m^3/s zuzüglich Undichtigkeiten und sonstigen Abgaben ist deutlich zu erkennen. Ab dem 19.05. steigt der Zufluss zur Füchtelner Mühle an, so dass eine Propellerrohrturbine kontinuierlich betrieben werden kann, zum Einsatz der zweiten Turbine erfolgen weiterhin der Aufstau und das Ablassen. Erst ab etwa dem 25.05. ist der Zufluss so groß, dass beide Rohrturbinen kontinuierlich beschickt werden können und ein Schwallbetrieb energetisch nicht mehr sinnvoll/erforderlich ist.

Die infolge des Schwallbetriebs auftretenden Wasserstandsschwankungen im Oberwasser der Füchtelner Mühle sind in Abbildung 2.15 exemplarisch dargestellt. Insbesondere durch die Überlagerung der Wasserstandsganglinie mit den gemessenen Abflüssen im Unterwasser ist gut zu erkennen, dass der Aufstau bis etwa

43,7 mNN, dann ein relativ schneller Abfall bis auf etwa 43,2 mNN durch den Kraftwerksbetrieb erfolgt.

Auf die Auswirkungen dieser Betriebsweise auf die Planung der Neuen Stever wird in Kapitel 4.5 detailliert eingegangen.

Abbildung 2.12: Füchtelner Mühle, Ansicht vom Unterwasser (Quelle Stadt Olfen)

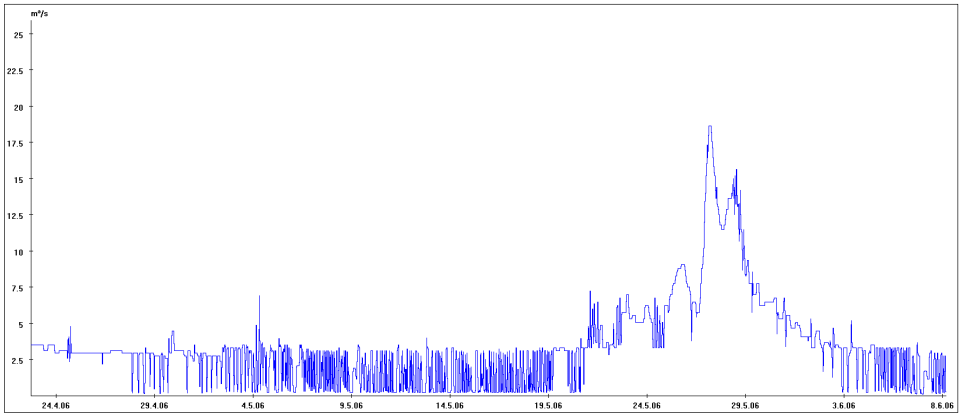


Abbildung 2.13: Ganglinie der gemessenen Abflüsse im Unterwasser der Füchtelner Mühle (04/2006 – 06/2006)

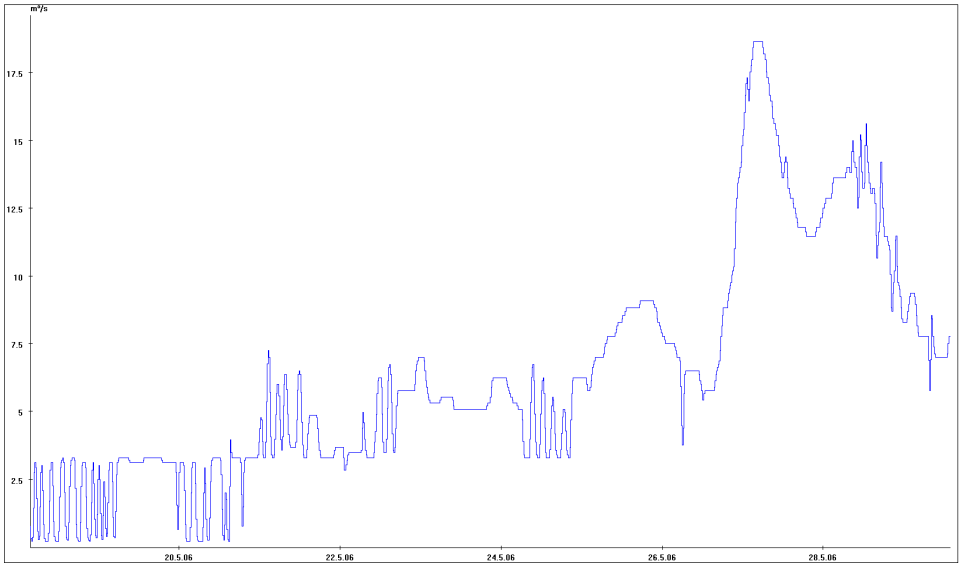


Abbildung 2.14: Ganglinie der gemessenen Abflüsse im Unterwasser der Füchtelner Mühle
(19.05.2006 – 29.05.2006)

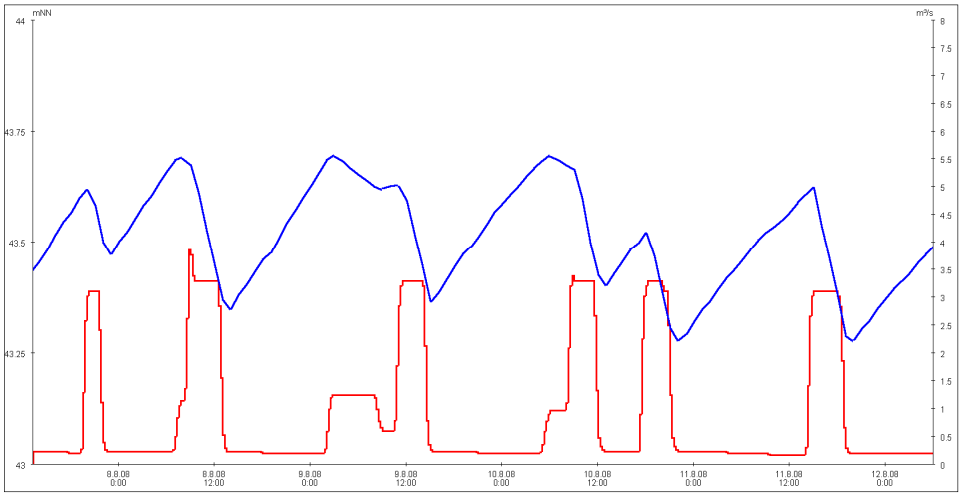


Abbildung 2.15: Ganglinie der gemessenen Oberwasserstände (blau) und Abflüsse (rot) der Füchtelner Mühle
(08.08.2008 – 12.08.2008)

2.2.1.2 Umflutplanung

Im Jahr 2001 wurde die Arbeitsgemeinschaft Umwelt Institut Höxter / Ingenieurbüro Klein von der Stadt Olfen mit der Planung eines Umflutgerinnes für die Stever im Bereich der Füchtelner Mühle beauftragt. Ziel der Planung ist die Schaffung eines Umgehungsgerinnes, das die Durchgängigkeit für Fische, Wirbellose und Sedimente ganzjährig sicherstellt. Im Jahr 2007 wurden die Antragsunterlagen für das Gewäs-

serausbauverfahren nach § 31 WHG fertiggestellt. Die Umflutplanung ist mittlerweile planfestgestellt, wird jedoch vom Mühlenbetreiber beklagt. Innerhalb des Untersuchungsgebietes sind folgende für die Umflut geplante Maßnahmen relevant (STADT OLFEN 2007):

- Sohlanhebung und Aufweitung der Stever im Bereich des Entnahmebauwerks zur allgemeinen strukturellen Verbesserung und Optimierung der Auffindbarkeit bei der abwärtsgerichteten Wanderung.
- Errichtung eines Entnahmebauwerks in Form einer Sohlgleite in Steinschwellenbauweise, bei der zur Regulierung einer definierten Wassermenge (Q_{30} = 0,31 m³/s) der oberste Steinriegel dient.
- Herstellung eines Um-/ Hochflutgerinnes auf einer Länge von ca. 1.500 m ausgehend vom Entnahmebauwerk bis zur Flutbrücke / Raue Gleite (K 8), Herstellung eines breiten Gewäs-serkorridors mit Initiierung eines Mittelwasserbettes.
- Aufnahme der Uferbefestigungen und Anlage von Uferbermen mit einer Breite von bis zu 15 m durch Abtrag von Oberboden in einer Stärke von 0,30 m bis 1,0 m.
- Herstellung einer rauen Gleite in organismendurchgängiger Bauweise zur Sohlstabilisierung und Aufrechterhaltung der Grundwasserstände im Bereich der Flutbrücke / K 8.
- Herstellung eines oberflächennahen Fließgewässers / neue Vorflut für Regenwasser (Entwässerungsgraben).
- Anbindung der Hochflutrinne an ein bestehendes Stillgewässer.
- Abtrag von Oberboden zur Initiierung einer Hochflutrinne sowie Herstellung eines temporären Stillgewässers.
- Erhalt des bestehenden Grabens nördlich des Sternbusches als Versickerungsmulde.
- Verfüllung des bestehenden Grabens nahe der K 8.
- Aufweitung des bestehenden Grabens nahe des Altarmes unter Berücksichtigung der vorhandenen Gehölze.
- Ehemalige Fischteichanlage: Abflachung der Teichböschung unter Schonung des vorhandenen Gehölzbestandes.

2.2.1.3 Wasserspiegellagen in der Stever

Im Planungsraum werden die Wasserspiegellagen der Stever maßgeblich durch den Betrieb der Füchtelner Mühle bedingt. Im Falle kleiner und

mittlerer Ereignisse ist der Wasserstand oberhalb der Füchtelner Mühle über eine lange Strecke praktisch ausgespiegelt. Wie in Kapitel 2.2.1.1 beschrieben, bestimmt insbesondere bei kleineren Abflüssen in der Stever der Betrieb der Füchtelner Mühle den Stever-Wasserstand im hier relevanten Planungsraum. Erst bei größer werdenden Abflüssen und extrem großen Abflüssen nimmt der betriebliche Einfluss der Füchtelner Mühle ab. Dies auch deshalb, weil die Schütze an der Füchtelner Mühle bei großen Abflüssen gezogen werden.

Zur Ermittlung der Überschwemmungsgebiete der Stever ließ die Bezirksregierung Münster ein hydraulisches Modell erstellen. Gemäß den Ergebnissen wird im 100-jährlichen Lastfall etwa 80 m^3 über die Umflut und 65 m^3 über die Füchtelner Mühle abgeleitet. Die berechneten Wasserstände sind in Abbildung 2.16 dargestellt, Abbildung 2.17 zeigt das festgesetzte Überschwemmungsgebiet im Lageplan.

Das zur Berechnung der Überschwemmungsgebiete verwendete Modell wurde durch die Bezirksregierung für die hier durchzuführenden Untersuchungen bereitgestellt. Einzelheiten hierzu sind in Kapitel 4.5 erläutert.

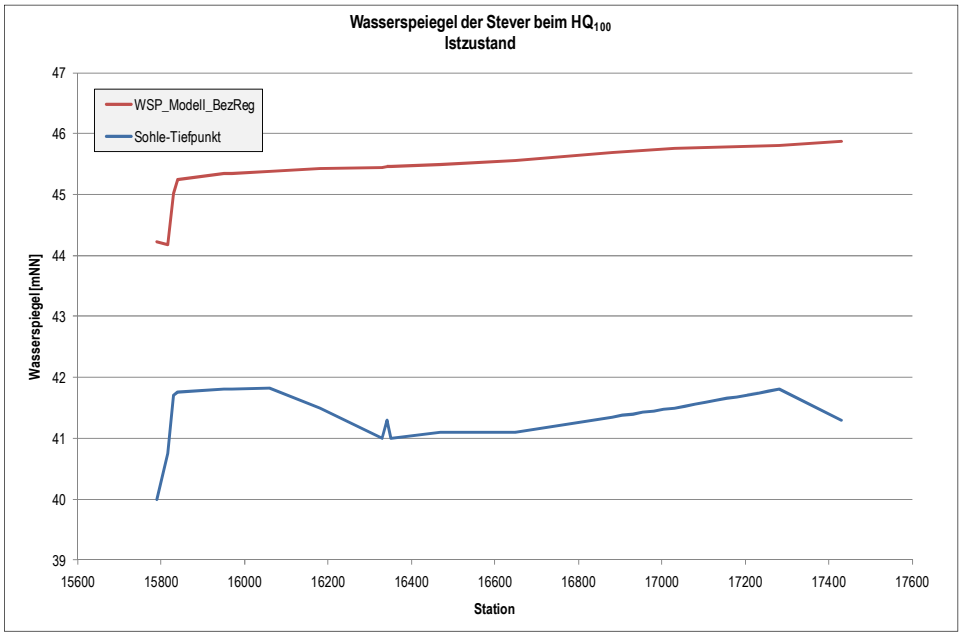


Abbildung 2.16: Wasserspiegellagen beim 100-jährlichen Abfluss gemäß ÜSG-Festsetzung (Datenbasis gemäß BR Münster)

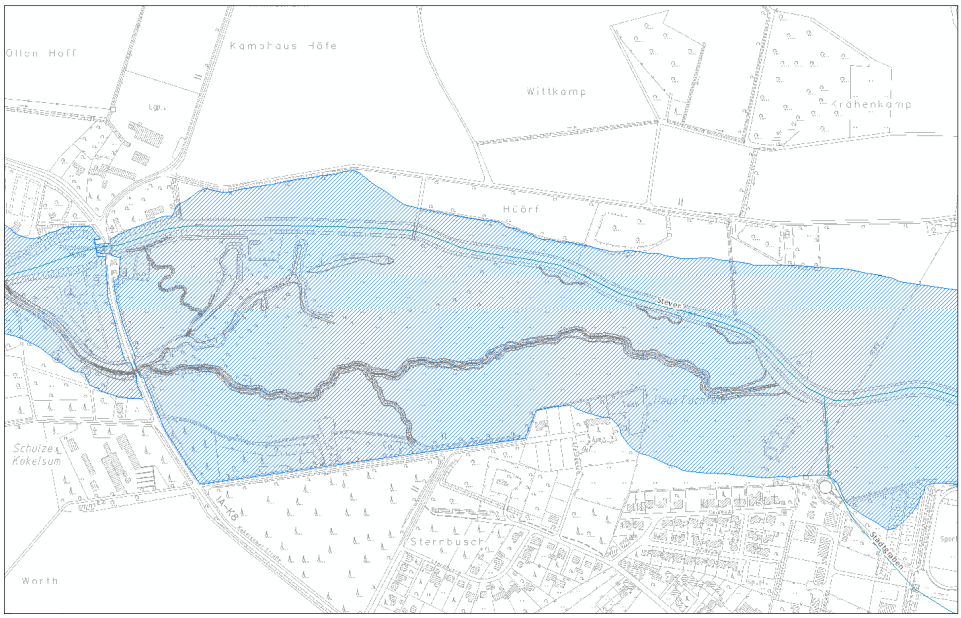


Abbildung 2.17: Festgesetztes Überschwemmungsgebiet der Stever (HQ_{100})

2.2.2 Nutzungen im Gewässer und in der Aue

Im Untersuchungsgebiet erfolgt vorwiegend eine landwirtschaftliche Nutzung, insbesondere die südlichen, der Lippe nahe gelegenen Bereiche sind durch Waldflächen bestimmt. Die vorhandenen Gräben dienen als Vorfluter und nehmen u.a. die vorhandenen Drainagewässer auf. Weitere Details zur Flächennutzung sind in Teil C Umweltverträglichkeitsstudie in Kapitel 2.1.3 aufgeführt.

Unterhalb der vorgesehenen Entnahmen für die Neue Stever liegen die Talsperren Haltern und Hullern, welche primär zum Zwecke der Trinkwasserversorgung errichtet wurden und betrieben werden. Obschon die Talsperren nicht im eigentlichen Planungsraum liegen, sind Auswirkungen auf die Wasserbilanz infolge der Ableitungen in die Neue Stever vorhanden. Sofern der Wasserstand in den Talsperren gewisse Grenzwerte unterschreitet, wird Kanalwasser zur Trinkwasseranreicherung beziehungsweise zur Abdeckung des Wasserbedarfes zugespeist. Die Zuspeisung erfolgt über eine Abgabe aus dem Kanal in die Stever, das Kanalwasser gelangt somit durch die Stever in die Talsperren.

2.2.3 Bauwerke im und am Gewässer

Im heutigen Zustand sind im Lambertgraben und dem nicht benannten Graben einige Sohlbauwerke und Kreuzungsbauwerke mit Straßen und Wegen vorhanden. Bei den Sohlbauwerken handelt es sich in der Regel um kleinere Abstürze mit einer Höhe zwischen 30 und 50 cm.
Im Verlauf der Neuen Stever gibt es Zwangspunkte, die bei der Trassierung des Gewässers berücksichtigt werden müssen, hierzu gehören insbesondere Kreuzungspunkte der Trasse mit Straßen und Wegen.

2.2.4 Versorgungsträger

Im Planungsraum verlaufen zahlreiche Versorgungsleitungen, die im Zuge entsprechender Anfragen bei den zuständigen Versorgern abgefragt wurden. Nachfolgend werden die Leitungen in Lage und Funktion beschrieben, welche die Trasse der Vorzugsvariante der Neuen Stever kreuzen oder so nah am geplanten Gewässerverlauf verlaufen, dass sie ggf. für die Planungen relevant sind.
Die Lage der Versorgungsleitungen ist in den Kartenanlagen 2.1 und 2.2 dargestellt.

2.2.4.1 Stromleitungen

Entlang der Straße *Am Sternbusch* verläuft in Ost-West-Richtung eine Stromleitung (Niederspannungs-Erdkabel) der RWE Westfalen-Weser-Ems Netzservice GmbH, die durch die Neue Stever gekreuzt wird.
An der Straße *Alter Postweg* bei *Haus Rönhagen* verläuft eine Niederspannungs-Freileitung. Die Leitungsmasten liegen in unmittelbarer Nähe zum heute hier verlaufenden Gewässer (GewKz 27887382), das in der Neuen Stever aufgehen wird.

2.2.4.2 Gasleitungen

Im Planungsraum verlaufen mehrere Gasleitungen der Gelsenwasser AG. Im Bereich des *Alten Postwegs* kreuzt die Trasse der Neuen Stever eine Gas-Hochdruck-Leitung (L12 300). Bereits im heutigen

Zustand wird die Leitung an dieser Stelle von einem vorhandenen Gewässer gekreuzt (GewKz 27887382).

2.2.4.3 Wasserleitungen

Im Planungsraum verlaufen Wasserleitungen der Gelsenwasser AG. Südöstlich der Wochenendhaussiedlung *Eversumer Heide* kreuzt die Trasse der Neuen Stever eine Leitung (600 GGG).

2.2.4.4 Abwasserleitungen

Im Planungsraum verläuft eine Abwasserleitung des Lippeverbandes. Die Druckrohrleitung verbindet die Ortslage Datteln-Ahsen mit der Kläranlage Olfen und wird von der Neuen Stever südöstlich der Wochenendhaussiedlung *Eversumer Heide* gekreuzt.

2.2.4.5 Fernmeldeleitungen

Im Planungsraum verlaufen Fernmeldekabel verschiedener Anbieter. An der *Kreisstraße K8 / Kökelsumer Straße* kreuzt die Neue Stever Leitungen von Telekom und Unitymedia. Im weiteren Verlauf, im Bereich des *Alten Postwegs,* kreuzt die Trasse eine Leitung der Telekom sowie Fernmeldeleitungen der Gelsenwasser AG. Entlang der *Kreisstraße K9* verlaufen ebenfalls Leitungen von Telekom und Unitymedia, südöstlich der Wochenendhaussiedlung *Eversumer Heide* wird eine Fernmeldeleitung der Gelsenwasser AG gekreuzt.

2.2.5 Stadtentwässerung

Das Niederschlagswasser der versiegelten Flächen der Stadt Olfen wird gegenwärtig vorwiegend in die Stever und den Lambertgraben geleitet. Der Lambertgraben nimmt im heutigen Zustand einen Teil der Niederschlagswassereinleitungen der Stadt Olfen auf. Gemäß dem wasserwirtschaftlichen Rahmenplan vom März 2004 schlagen rund 66 ha (bzw. 23 ha A_{red}) in den Lambertgraben ab. Die Gesamtsumme der Einleitungen

im 1-jährlichen Lastfall ist mit 1,775 m^3/s angegeben. Im Zuge der Entwässerungsplanungen wird von einer Erweiterung der Siedlungsflächen ausgegangen (43 ha A_{red}), gleichzeitig sind umfangreiche Maßnahmen zur Reduzierung der Einleitungen vorgesehen. Gemäß dem Konzept erfolgt nach Umsetzung aller Maßnahmen eine einjährliche Einleitung in den Lambertgraben von letztendlich noch 145 l/s. Die maximalen Abflüsse im Lambertgraben werden im heutigen Zustand somit im Wesentlichen durch die Einleitungen aus dem versiegelten Bereich der Stadt Olfen geprägt.

2.2.6 Naturbad Olfen

Im Mai 2010 wurde im Bereich *Kökelsumer Straße / Alleeweg* auf einem 4,8 ha großen Areal das Olfener Naturbad eröffnet. Es handelt sich um Naturerlebnisbad, das sich von konventionellen Freibädern dadurch unterscheidet, dass die Reinigung und Erwärmung des Badewassers in einem sog. technischen Feuchtgebiet erfolgt. Die biologische Reinigung erfolgt durch Pflanzen und Mineralien, weshalb auf den Einsatz von Chlor oder chemischen Produkten verzichtet werden kann.
Die Erschließung des Naturbades für die Besucher erfolgt vom *Alleeweg* und kreuzt die Trasse der Neuen Stever. Die Zufahrt auf den Parkplatz erfolgt separat von Fußgängern und Radfahrern.

2.2.7 Landschaftsseen Olfen

Die Stadt Olfen plant zur Verbesserung des Landschaftsbildes und zur ökologischen Aufwertung die Anlage zweier Landschaftsseen nordwestlich von Olfen. Die geplanten Seen werden nördlich durch den Lambertgraben, südlich durch den *Alten Postweg*, im Osten durch den *Alleenweg* und im Westen durch einen unbenannten Graben begrenzt. Unmittelbar nördlich des östlichen Sees befindet sich das Olfener Naturbad, an der östlichen Seite ist ein Regenrückhaltebecken vorhanden.
Zum Bau der zwei Landschaftsseen sind umfangreiche Abgrabungen mit einem Gesamtvolumen von ca. 55.000 m^3 für den westlichen und ca.

90.000 m³ für den östlichen Landschaftssee erforderlich. Durch die Abgrabungen stehen ca. 40.000 m³ im westlichen und ca. 30.000 m³ im östlichen Landschaftssee als nutzbares Wasservolumen zur Verfügung. Im östlichen See ist ein Überlauf in die Neue Stever vorgesehen, um den geplanten Zielwasserstand von 43,00 mNN auch dann zu halten, wenn es zu einem Zustrom von Grundwasser in den See kommt.
Die Unterlagen zur Plangenehmigung gemäß §68 WHG liegen der Genehmigungsbehörde vor, sind aber noch nicht plangenehmigt.

2.2.8 Abflussverhältnisse in der Neuen Stever

Die Neue Stever dient der Wiederherstellung der Durchgängigkeit von der Lippe in das Stevergebiet. Vor diesem Hintergrund erscheinen möglichst große Abflüsse in der Neuen Stever sinnvoll und zielführend. Aufgrund der konkurrierenden Ansprüche - in diesem Fall bezüglich Wasserversorgung, Wasserkraft und Durchgängigkeit - ist eine Abwägung der Belange geboten.
Aus ökologischer Sicht - wie auch die Ausführungen in Kapitel 4 zeigen – ist ein mittlerer Abfluss von etwa 200 l/s ausreichend. Bei dem entsprechenden Abfluss kann die Neue Stever als Fließgewässer mit einer Breite von etwa 4 m und Fließtiefen von 30 bis 40 cm (vgl. Kapitel 4.2 und 4.4) etabliert werden, welches sowohl den Anforderungen des angestrebten Gewässertyps als auch bzgl. der Passierbarkeit vollständig genügt.
Bezüglich der Auffindbarkeit in der Lippe wären größere Abflüsse zwar wünschenswert, es ist aber davon auszugehen, dass trotz der im Vergleich zur Lippe vergleichsweise kleinen Abflüsse, die Auffindbarkeit gegeben ist, dies insbesondere auch dadurch, weil Fische nicht nur auf „Lockströmungen“ reagieren, sondern auch auf Veränderungen im Chemismus.
Wie beschrieben, hängt der Wasserstand in der Stever vom Abfluss der Stever und insbesondere bei kleineren und mittleren Abflüssen vom Betrieb der Füchtelner Mühle ab. Um den gewünschten Abfluss in die Neue Stever leiten zu können, werden bauliche Maßnahmen, welche in den Kapiteln 4.5 und 4.6 erläutert werden, vorgenommen. Die Ableitung

aus der Stever in die Neue Stever hängt maßgeblich mit dem Wasserstand der Stever zusammen. Zur Vermeidung sehr großer Abflüsse ist ein Bauwerk *Am Sternbusch* vorgesehen, welches den Abfluss begrenzt. In Abbildung 2.18 sind die mittleren Jahresabflüsse des Pegels Olfen Füchtelner Mühle / Stever von 1972 bis 2007 dargestellt. Es ist gut zu erkennen, dass das Jahr 1996 mit einem mittleren Abfluss von 1,3 m^3/s extrem trocken war. Das Wasserwirtschaftsjahr 2001 mit einem mittleren Abfluss von rund 5,2 m^3/s spiegelt in etwa mittlere Abflussverhältnisse in der Stever wider. Unter Annahme der in Kapitel 4.5 näher erläuterten Abgabe in die Neue Stever würden 2001 rund 5% in die Neue Stever geleitet, d.h. 95% des Jahresvolumens verblieben in der Stever. In Abbildung 2.19 und Abbildung 2.20 ist die Abflussaufteilung für das Wasserwirtschaftsjahr 1996 und das Wasserwirtschaftsjahr 2001 exemplarisch dargestellt.

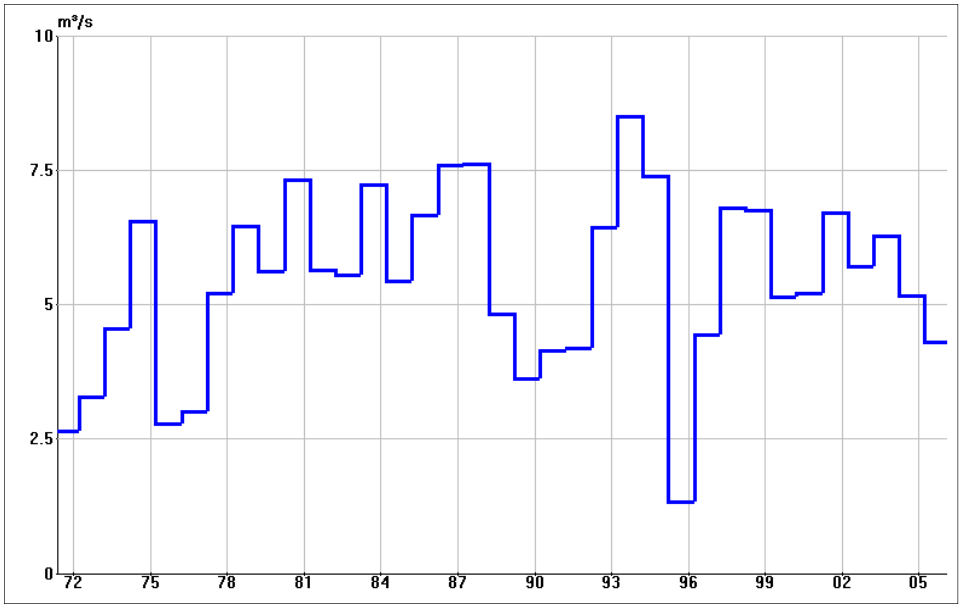


Abbildung 2.18: Mittlere Jahresabfluss (Wasserwirtschaftsjahre) der Stever am Pegel Füchtelner Mühle / Stever

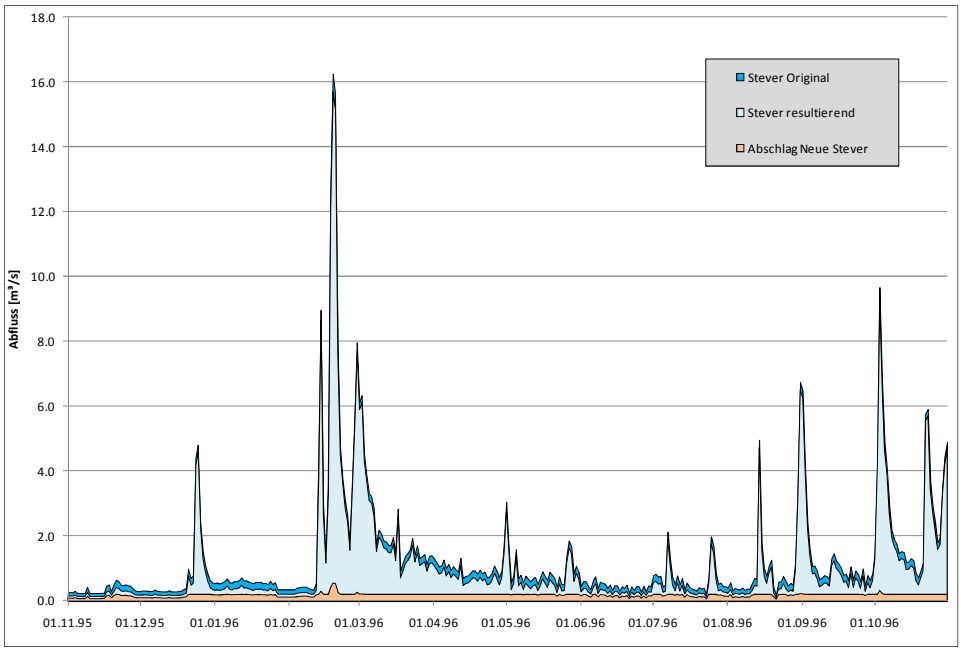


Abbildung 2.19: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 1996 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss)

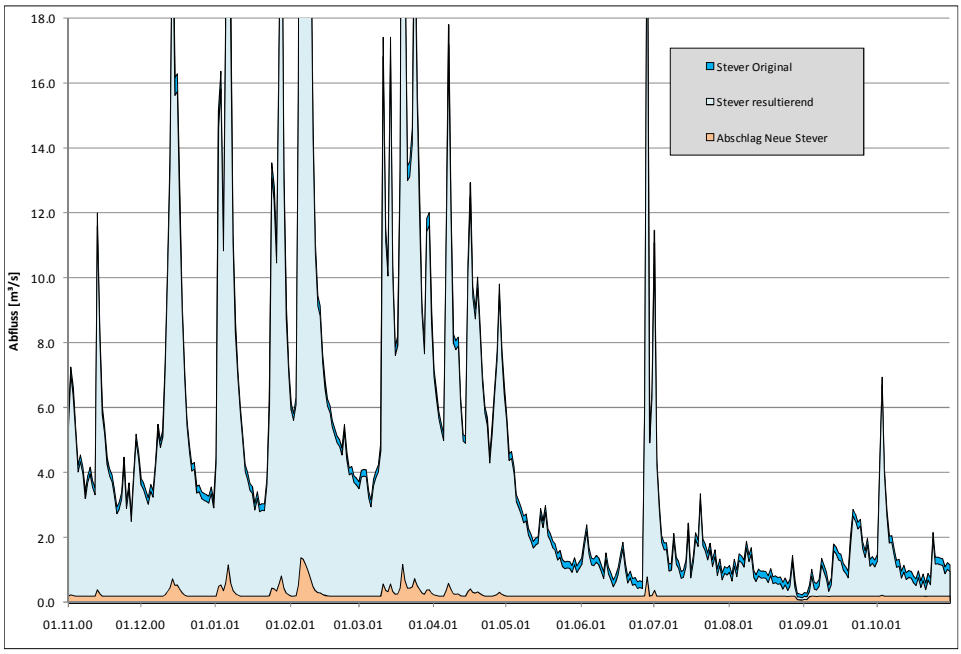


Abbildung 2.20: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 2001 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss)

Den Abbildungen ist zu entnehmen, dass der Abschlag in die Neue Stever einer gewissen Dynamik unterliegt. Während im Wasserwirtschaftsjahr 1996 nur sehr wenige Abflussspitzen in der Stever und somit auch in der Neuen Stever zu verzeichnen wären, bedingt die Abflusssitu-

ation im Wasserwirtschaftsjahr 2001 eine deutlich größere Dynamik in der Neuen Stever. Einzelheiten zur Abflussaufteilung, zur Gestaltung des Anschlusses der Neuen Stever an die Stever sind in den Kapiteln 4.5 und 4.6 aufgeführt.

Die Ableitungen in die Neue Stever beeinflussen das Volumen, welches dem Halterner und Hullerner Stausee zufließt und somit zur Trinkwasseraufbereitung zur Verfügung steht. Die Mindestabgabe aus der Talsperre Haltern ist im heutigen Zustand auf 0,2 m³/s festgesetzt. Neben der Ableitung in die Neue Stever steht auch diese Mindestabgabe zur Trinkwassergewinnung nicht zur Verfügung. In Bezug zum Abfluss am Pegel Füchtelner Mühle entspricht die Mindestabgabe im sehr trockenen Wasserwirtschaftsjahr 1996 (der mittlere Abfluss betrug lediglich 1,33 m³/s) in etwa 15 %, in normalen Wasserwirtschaftsjahren (MQ 5,48) knapp 4 %.

Die Talsperren Haltern und Hullern werden nicht nur durch die Stever, sondern auch noch durch den Heubach gespeist. Die vorhandenen Gewässerpegel an der Füchtelner Mühle sowie im Heubach und Sandbach decken nicht das gesamte Einzugsgebiet der Talsperren ab. Um auf Basis der Pegel die Gesamtvolumina und Zeitreihen in die Talsperren berechnen zu können, wurden die in Tabelle 2.2 dargestellten Faktoren ermittelt und angewandt.

Tabelle 2.2: Einzugsgebiete und „Pegelfaktoren“ zur Ermittlung der Zuflüsse in die Talsperren Haltern und Hullern

Gebiet	km²	Zufluss Hullern	Zufluss Nordbecken
Stever bis Pegel Olfen	531.0	**107.1%**	**2.7%**
Talsperre Hullern	**568.9**		
Stever oberhalb Nordbecken	583.2		
Heubach bis Pegel Sythen I	236.4		**107.0%**
Sandbach bis Pegel Sythen II	39.5		**107.0%**
Heubach oberhalb Nordbecken	295.2		
Nordbecken (ohne Hullern)	**309.5**		
Nordbecken gesamt	878.4		
Resultierende Fläche		**568.9**	**309.5**

Der Zulauf in die Talsperre Hullern wird gemäß der Tabelle durch Multiplikation der Zeitreihenwerte des Pegels Stever/Olfen mit dem

Faktor 1,071 ermittelt. In das Nordbecken wird neben dem Ablauf aus Hullern eine summarische Ganglinie bestehend aus 2,7 % der Abflusszeitreihe Olfen und jeweils aus 107 % der Abflüsse von Sythen 1 und Sythen 2 angesetzt.

Unter Anwendung der Faktoren ergibt sich im Wasserwirtschaftjahr 1996 ein mittlerer Talsperrenzufluss von 3,1 m³/s. Die Stever trug hier mit rund 1,43 m³/s beziehungsweise knapp 46 % bei. Sofern der Abschlag in die Neue Stever vorhanden gewesen wäre, würde dieser rund 6 % des gesamten Talsperrenzuflusses ausmachen. In der gleichen Größenordnung befindet sich auch die Mindestabgabe. Für das vergleichsweise normale Wasserwirtschaftsjahr 2001 (für das Wasserwirtschaftsjahr 2005 lagen keine Zeitreihen zu den Pegeln Sythen vor) fließen den Talsperren im Mittel 10,8 m³/s zu. Die Stever trägt mit 5,6 m³/s oder 51,7 % hierzu bei. Der Abschlag in die Neue Stever würde knapp 2,5 % bedingen, die Mindestabgabe entspricht einem Anteil von etwas 1,8 %. Der zur Trinkwassergewinnung nicht verwendbare Anteil beträgt somit etwa 4,3 %.

Im Rahmen der projektbegleitenden Arbeitsgruppe wurde erörtert, ob die derzeitige Mindestwasserabgabe der Talsperre Haltern von 0,2 m³/s auf 0,1 m³/s reduziert werden kann. Durch die Reduktion der Mindestabgabe stünde zur Trinkwasseraufbereitung entsprechend mehr Wasser zur Verfügung. Im Falle des Jahre 1996 entspricht dies gut 3 % des Gesamtzuflusses, in dem normalen Jahr 2001 knapp 1 %. Ob eine Reduktion der Mindestabgabe möglich ist, ist mit der entsprechenden Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Die Abflussverhältnisse in der Neuen Stever werden neben den Zuflüssen aus der Stever auch durch die im Einzugsgebiet der Neuen Stever „entstehenden“ Abflüsse bestimmt. Wie in Kapitel 2.2.5 beschrieben, tragen insbesondere die Niederschlagswassereinleitungen zur Abflussdynamik bei. Aufgrund der in der Stadtentwässerung vorhandenen baulichen Dynamik, insbesondere aber in Bezug auf das Entwässerungskonzept ist mit einer Reduzierung der Einleitungen zu rechnen. Im Zuge der hier angesetzten Abflüsse wurde ein Stand zwischen dem „Ist-Zustand 2004“ und der „Planung“ (entsprechend Kapitel 2.2.5) angenommen. Die einjährlichen Einleitungen wurden daher vom 1,7 m³/s

(„Istzustand 2004“) auf 0,9 m³/s reduziert, gemäß der „Planung“ sind es lediglich 0,145 m³/s.

Während die Niederschlagswassereinleitungen kurzzeitig und vergleichsweise selten auftreten, strömt der Neuen Stever aus dem natürlichen Einzugsgebiet in der Regel kontinuierlich Wasser zu. Infolge größerer Niederschlagsereignisse treten auch Hochwässer auf. Die Abflüsse wurden in Anlehnung an die Abflussspenden der Stever an der Füchtelener Mühle bestimmt. Da das Einzugsgebiet der Neuen Stever wesentlich kleiner ist, wurden die zur Berechnung der Hochwässer angesetzten Spenden etwas erhöht.

Zur Festlegung der typischen Dauerline in der Neuen Stever sowie zur Ermittlung der Bemessungsabflüsse und Extremwerte wurden die Abflüsse aus der Stever mit denen aus der Niederschlagswassereinleitung und den „natürlichen“ Abflüssen überlagert, eine Abminderung und/oder zeitliche Verschiebung wird nicht angenommen.

In Tabelle 2.3 sind die Bemessungsabflüsse der Neuen Stever dargestellt. Aufgrund der Abhängigkeit der Stever-Ableitung vom Betrieb der Füchtelner Mühle wurden zwei „Stauziele“ angesetzt. In Abbildung 4.5 ist die Zusammensetzung des Abflusses der Neuen Stever dargestellt.

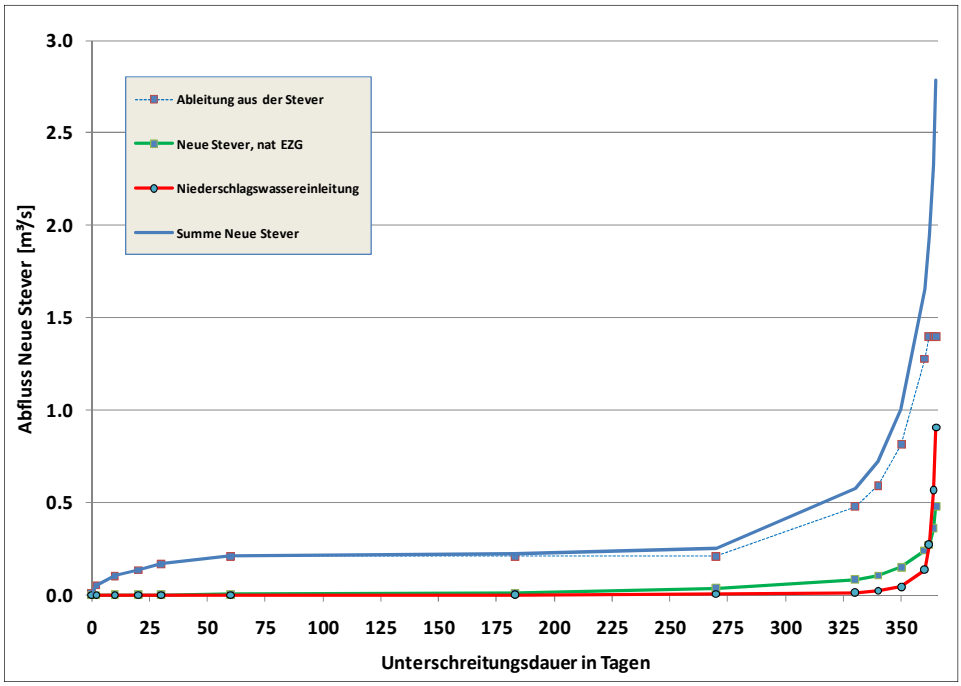


Abbildung 2.21: Abflussaufteilung nach Realisierung der Neuen Stever für das Wasserwirtschaftsjahrjahr 2001 („Stever resultierend“ ist der in der Stever verbleibende Abfluss)

Tabelle 2.3: Bemessungsabflüsse in der Neuen Stever

Eintritts-wahrschein-lichkeit	Zufluss aus Stever Stauziel 43,50 Fücht.Mühle	Zufluss aus Stever Stauziel 43,74 Fücht.Mühle	Im Einzugsgebiet entstehende		Summe bei Stauziel 43.50 Fücht.Mühle	Summe bei Stauziel 43.74 Fücht.Mühle
			Natürlich	Regen-wasser		
[-]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Qd_5	0.05	0.07	0.001	0.000	0.051	0.072
Qd_30	0.08	0.17	0.002	0.000	0.082	0.170
Qd_60	0.09	0.20	0.003	0.000	0.093	0.203
Qd_100	0.10	0.21	0.006	0.001	0.106	0.216
Qd_180	0.14	0.22	0.012	0.002	0.154	0.234
Qd_270	0.23	0.26	0.036	0.005	0.271	0.301
Qd_330	0.48	0.48	0.084	0.014	0.578	0.578
Qd_360	1.15	1.15	0.240	0.136	1.526	1.526
MHQ	1.39	1.39	0.480	0.906	2.776	2.776
HQ5	1.48	1.48	0.660	1.132	3.272	3.272
HQ100	1.56	1.56	0.930	1.585	4.075	4.075

Die Schaffung eines neuen Gewässers verändert die hydrologischen Teileinzugsgebietsgrenzen. Das oberirdische Einzugsgebiet der Neuen Stever wurde, basierend auf den Einzugsgebietsgrenzen der Gewässerstationierungskarte - Auflage 3c unter Verwendung aktueller Höhendaten (Stand 2006), abgegrenzt (siehe Anlage W4.1). Es hat eine Fläche von rund 4,9 km². Gegenüber dem Ausgangszustand verkleinert sich das Einzugsgebiet der Stever um 4,8 km², das der Lippe –oberhalb der Einmündung der Stever - wird um dieses Maß vergrößert. Bezogen auf die Gesamteinzugsgebietsgrößen sind dies Veränderungen von -1 % für die Stever (Bezugsgröße oberhalb der Talsperre Hullern: 580 km²) bzw. + 0,1 % für die Lippe (Bezugsgröße oberhalb der Stevereinmündung 3.345 km²).

Bezogen auf die Hochwasserabflüsse bei HQ_{100} würde, unter der vereinfachten - sehr unwahrscheinlichen - Annahme, dass die Hochwasserscheitel in Lippe und Neuer Stever gleichzeitig aufeinandertreffen, der Abfluss in der Lippe am Pegel Leven von 464 m³/s um 4 m³/s auf 468 m³/s erhöht. Dies entspricht einem Anstieg von knapp 1%. Die Wasserstands-Abfluss-Beziehung am Pegel Leven zeigt, dass dies einer Erhöhung der Wasserspiegellage bei HQ_{100} um 1 cm entspricht. Unter Berücksichtigung der sehr geringen Wahrscheinlichkeit des gleichzeitigen Eintreffens der Hochwasserwellen und der geringen Sensitivität des

Neue Stever bei Olfen

Ergänzungen zum Wasserwirtschaftlichen Erläuterungsbericht „Neue Stever bei Olfen“ vom April 2012

1 Ergänzungen / Änderungen

Die Kapitelnummern und Seitenzahlen beziehen sich auf den Wasserwirtschaftlichen Erläuterungsbericht „Neue Stever bei Olfen“ Stand April 2012

2.2.8 Abflussverhältnisse in der Neuen Stever

Seite 38, Tabelle 2.3 um zwei Spalten zu den Steverabflüssen ergänzt

Tabelle 2.3: Bemessungsabflüsse in der Neuen Stever und der Stever

	Neue Stever						Stever	
Eintritts-wahrschein-lichkeit	Zufluss aus Stever Stauziel 43,50 Fücht.Mühle	Zufluss aus Stever Stauziel 43,74 Fücht.Mühle	Im Einzugsgebiet entstehende Abflüsse		Summe bei Stauziel 43.50 Fücht.Mühle	Summe bei Stauziel 43.74 Fücht.Mühle	Abfluss unterhalb der Fücht. Mühle Stauziel 43,50	Abfluss unterhalb der Fücht. Mühle Stauziel 43,74
			Natürlich	Regen-wasser				
[-]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
Qd_5	0.05	0.07	0.001	0.000	0.051	0.072	0.16	0.14
Qd_30	0.08	0.17	0.002	0.000	0.082	0.170	0.39	0.30
Qd_60	0.09	0.20	0.003	0.000	0.093	0.203	0.64	0.53
Qd_100	0.10	0.21	0.006	0.001	0.106	0.216	1.00	0.89
Qd_110	0.10	0.21	0.006	0.001	0.107	0.217	1.12	1.01
Qd_135	0.11	0.21	0.008	0.001	0.120	0.220	1.43	1.33
Qd_180	0.14	0.22	0.012	0.002	0.154	0.234	2.30	2.22
Qd_260	0.22	0.25	0.033	0.004	0.258	0.288	5.14	5.11
Qd_270	0.23	0.26	0.036	0.005	0.271	0.301	5.67	5.64
Qd_330	0.48	0.48	0.084	0.014	0.578	0.578	13.62	13.62
Qd_350	0.83	0.83	0.150	0.045	1.025	1.025	23.17	23.17
Qd_360	1.15	1.15	0.240	0.136	1.526	1.526	36.55	36.55
Qd_364	1.30	1.30	0.360	0.566	2.226	2.226	53.30	53.30
MHQ	1.39	1.39	0.480	0.906	2.776	2.776	72.11	72.11
HQ5	1.48	1.48	0.660	1.132	3.272	3.272	99.52	99.52
HQ100	1.56	1.56	0.930	1.585	4.075	4.075	141.44	141.44

Wasserstandes auf erhöhte Abflüsse sind praktisch keine Auswirkungen auf die Überflutungsflächen der Lippe zu erwarten.

2.2.9 Bodendenkmäler

Im Planungsraum sind einzelne Bodendenkmäler vorhanden, eine ausführliche Beschreibung ist im Berichtsteil C Umweltverträglichkeitsstudie in Kap. 2.2.7 enthalten.

3 Variantenvergleich

Im Zuge der Planerstellung wurden unterschiedliche Varianten sowohl vor ökologischen als auch vor wasserwirtschaftlichen Hintergründen analysiert, entwickelt und ausgewertet. Einzelheiten zur Variantenentwicklung insbesondere zum Variantenvergleich und der Wahl der Vorzugsvariante sind im Berichtsteil C Umweltverträglichkeitsstudie Kap. 4 erläutert. In Abbildung 3.1 ist die Lage der untersuchten Varianten dargestellt, die letztendlich entwickelte Vorzugsvariante ist die grüne Variante 3.

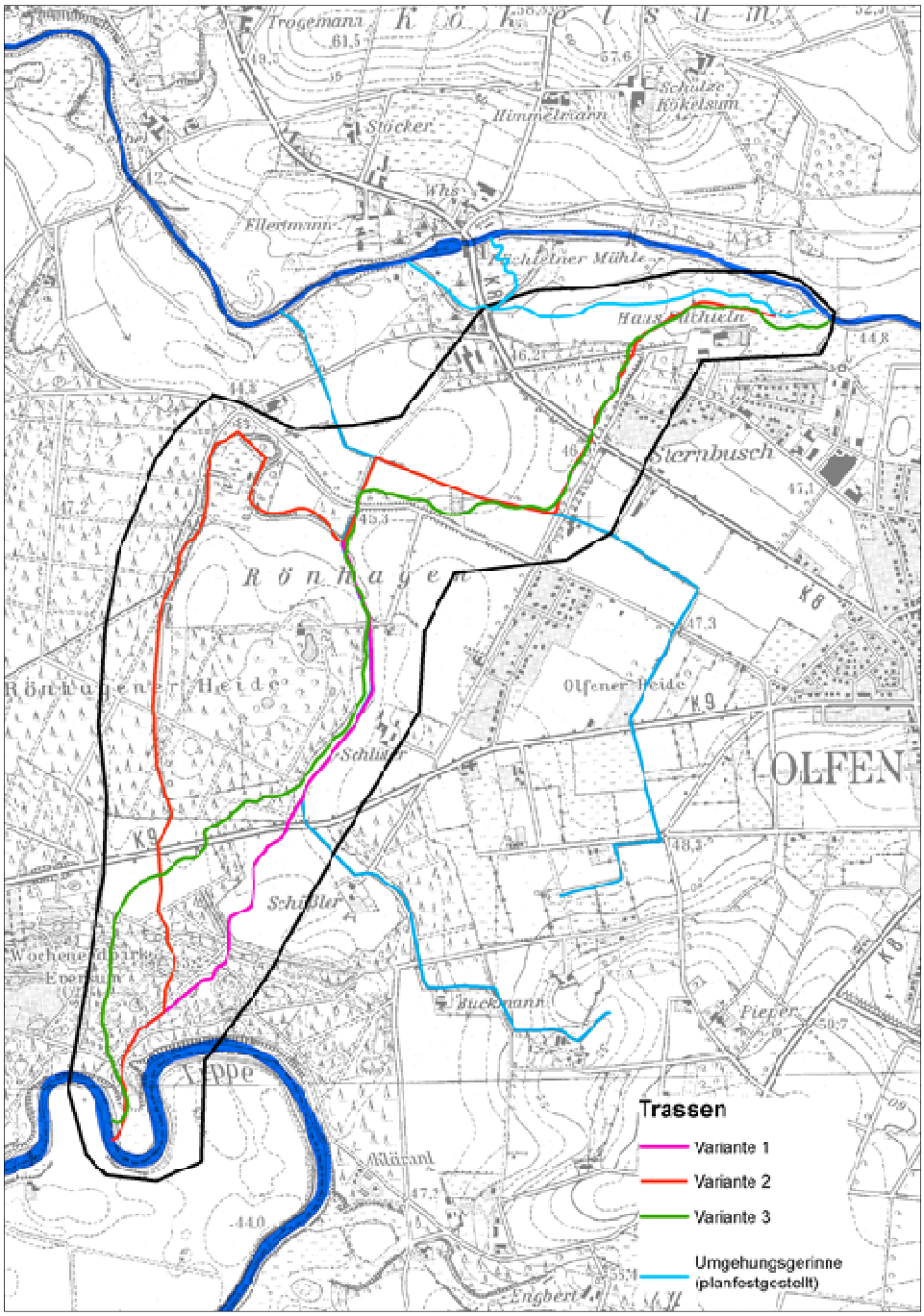


Abbildung 3.1: Verlauf der Varianten 1 bis 3 im Untersuchungsgebiet

4 Entwurfsbeschreibung

4.1 Planungsziele

Ziel der Planung ist die Wiederanbindung des Stever-Systems an die Lippe durch Schaffung eines leitbildkonformen Verbindungsgewässers, das die Durchgängigkeit für Fische und Makrozoobenthos-Organismen ermöglichen soll. Die Trassierung des Gerinnes und die Querprofilgestaltung, die neben dem Gewässerbett auch einen Entwicklungskorridor beinhaltet, sollen eine eigendynamische Entwicklung der Neuen Stever innerhalb der zur Verfügung stehenden Aue ermöglichen. Die Neue Stever wird dabei dem Leitbild eines sandgeprägten Tieflandbaches zugeordnet (siehe UVS, Kapitel 3.1)

Darüber hinaus werden durch das Vorhaben neue Lebensräume für gewässer- und auentypische Tiere und Pflanzen in einem großräumigen Biotopverbund geschaffen. Die Neue Stever als ökologisch hochwertiges Gewässer soll attraktiv in die Landschaft eingebunden werden und damit die Naherholung fördern.

Im Zuge eines Variantenvergleichs (siehe Kapitel 3) wurde untersucht, wie sich die genannten Planungsziele - unter Berücksichtigung der vorhandenen Rahmenbedingungen und Restriktionen - realisieren lassen. Nachfolgend werden die Details des wasserbaulichen Entwurfs der Vorzugsvariante beschrieben.

4.2 Linienführung und Längsentwicklung

Der Trassenverlauf der Neuen Stever (Vorzugsvariante) ist so gewählt, dass die o.g. Planungsziele möglichst umfänglich erreicht werden und gleichzeitig die Rahmenbedingungen und Restriktionen im Planungsraum (siehe Kapitel 2.2) Berücksichtigung finden. Neben den topografischen Gegebenheiten ist die Trasse so gewählt, dass vorhandene Gewässerverläufe teilweise aufgegriffen und möglichst geringe Massenbewegungen zur Herstellung der Gewässeraue erforderlich werden.

Für die Trassierung ergeben sich folgende Zwangspunkte und Randbedingungen:

- Der Anschluss der Neuen Stever an die Stever erfolgt kurz oberhalb der geplanten Umflut Füchtelner Mühle, Entnahme und Gewässerverlauf sind von der Umflut räumlich entkoppelt.
- Nebengewässer und Entwässerungsgräben müssen so angeschlossen werden, dass deren Vorflut gewährleistet bleibt.
- Vorhandene oder neu zu errichtende Durchlässe sind so zu gestalten, dass sie ökologisch durchgängig sind.
- Die Fließstrecke mit starkem Gefälleabbau in Richtung Liptauer muss für die relevanten Fischarten passierbar sein.
- Der Anschluss an die Lippe wird nicht konstruktiv fixiert, sondern soll sich frei entwickeln können.

Wie erläutert ist die Neue Stever als sandgeprägter Tieflandbach einzuordnen. Bei der Gestaltung und Trassierung wurde darauf geachtet, dass die für diesen Gewässertyp typischen Fließverhältnisse erreicht werden. Zur Erreichung der typischen Verhältnisse sind sowohl die morphologischen als auch die Strömungscharakteristika von sandgeprägten Gewässern zu berücksichtigen. Die Fließgeschwindigkeiten sind in der Regel gering und liegen häufig zwischen 0,1 und 0,5 m/s. Die Tiefenvarianz ist aufgrund der vergleichsweise geringen Sohlstabilität groß. So kommt es insbesondere hinter Totholzbarrieren und sonstigen Abflusshindernissen zu tieferen ausgeprägten Kolken. Gleiches gilt auch für Prallhänge. In strömungsberuhigten, aufgeweiteten Bereichen sind jedoch auch Kies- und Sandbänke vorhanden. Das Gewässerbett ist häufig kastenförmig mit ausgeprägten Prall- und Gleithängen. Die kritischen Schleppspannungen sind mit rund 2 N/m² gering. Typischerweise ist die Sandsohle bereits bei größeren Abflüssen in Bewegung. Die Einhaltung eines Gleichgewichtes wird durch Nachlieferung aus der Stever und / oder aus dem Einzugsgebiet der Neuen Stever gewährleistet.

4.2.1 Längsgefälle

Die Neue Stever fließt in freiem Gefälle von der Stever in die Lippe und hat eine Länge von 4 365 m. Die Gesamtsohlhöhendifferenz beträgt 5,35 m, woraus sich ein rechnerisches mittleres Gefälle von rund 0,1 % ergibt. Die Trasse gliedert sich dabei in unterschiedliche Abschnitte, so dass sowohl sehr flache Bereiche zur Erreichung gewässertypkonformer Gefälleverhältnisse als auch ein steiler Abschnitt zum lokal konzentrierten Gefälleabbau kurz vor der Mündung in die Lippe vorgesehen werden. Ziel dieser Gliederung ist es, die Einschnittstiefen der Neuen Stever auf möglichst langer Strecke gering zu halten, um einerseits die Sicht- und Erlebbarkeit des Gewässers zu gewährleisten und darüber hinaus die Massenbewegungen beim Bau zu minimieren.

Die Neue Stever schließt bei Station 17+100(GSK 3c) am südlichen Ufer der Stever an. Der Anschluss erfolgt über einen befestigten, erosionsstabilen Sohlbereich auf einer Höhe von 43,25 mNN. Die Erosionssicherung erstreckt sich über eine Länge von 20 m und fällt mit einer Neigung von 1 % in Fließrichtung der Neuen Stever nach Westen ab. Daran schließt sich ein Bereich mit einem mittleren Sohlgefälle von 0,02 % an, der bis zum Durchlass am *Alten Postweg* (Station 2+405) reicht, wo sich das mittlere Sohlgefälle auf 0,04 % erhöht. Mit diesem Gefälle verläuft die „Neue Stever“ bis zum Beginn der sog. Gefälleabbaustrecke (Station 0+275), mit der auf einer Länge von 190 m eine Höhendifferenz von 3,80 m überwunden wird (siehe Kapitel 4.7).

4.2.2 Schubspannungen

Für die Ermittlung des Längsgefälles sowie für die Gestaltung der Gewässerquerprofile ist die Berücksichtigung von zulässigen und vorhandenen angreifenden Kräften erforderlich. Neben den in diesem Kapitel betrachteten Sohlschubspannungen können auch Prozesse der hydrodynamischen Bodendeformation durch die Bewegung des Grundwassers (Suffosion, innere Erosion, etc.) von Bedeutung sein (siehe Kapitel 4.4)

Schubspannungen sind ein wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Stabilität der Gewässersohle . Dies gilt an der Neuen Stever insbesonde-

re, da Ufer- und Sohlensicherungen in der freien Strecke nicht erwünscht und nur an hydraulischen Zwangspunkten (Einlaufbereich Stever, Straßendurchlässe, Gefälleabbaustrecke) erforderlich sind.

Das typische Sohlsubstrat der Neuen Stever besteht überwiegend aus Sand, die kritische Schleppspannung entspricht somit in etwa 2 N/m² (DIN 19661-2 und PREIßLER, BOLLRICH 1985). Der Zustrom in die „Neue Stever“ wird an der Straße *Am Sternbusch* durch ein Regelbauwerk begrenzt. Unterhalb des Regelbauwerkes führen Zuflüsse aus dem Einzugsgebiet und Niederschlagswassereinleitungen aus städtischen Gebieten zu Maximalabflüssen von bis 4,0 m³/s. Im Zuge der Entwässerungsplanungen (vgl. Kapitel 2.2.5) werden die Niederschlagswassereinleitungen reduziert, nach Umsetzung aller Maßnahmen wird der resultierende maximale Abfluss etwa 2,5 bis 3 m³/s betragen.

Das in der Neuen Stever auftretende Abflussspektrum ist in Kapitel 2.2.8 erläutert. Unter der Annahme der in Kapitel 4.2.1 erläuterten Längsgefälle und der in Kapitel 4.4 beschriebenen Querschnittsgestaltung wurden hydraulische Berechnungen durchgeführt und die resultierenden Schleppspannungen ermittelt. Bei mittleren Abflussverhältnissen liegen die Fließtiefen bei rund 0,3 m. Die resultierenden Schleppspannungen betragen rund 1 N/m². Mit größeren Abflüssen nehmen die Schleppspannungen in der Regel zu. Im Falle eines mittleren Hochwassers liegen sie meist zwischen 2 und 3,5 N/m². Bei Extremwertabflüssen steigen die Schleppspannungen auf rund 5 N/m². Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die hydraulischen Berechnungen vereinfachte Kastenprofile zugrunde legen und aufgrund der erwartenden sich einstellenden morphologischen Vielfalt hinsichtlich Längs- und Querprofilvarianz lokal deutlich größere und auch geringere Fließtiefen und Schleppspannungen erreicht werden.

Unter der Annahme, dass Sohlstabilität bis etwa 2 N/m² gewährleistet ist, ist mit signifikanten Umlagerungen im Gewässer ab etwa einjährlichen Abflüssen zu rechnen.

Durch den kleinräumigen Wechsel der Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen ergibt sich ein differenziertes Fließverhalten, das die ökologischen Belange berücksichtigt. Durch bettbildende Abflüsse – der bordvolle Abfluss des Mittelwasserbettes beträgt 0,2 - 0,3 m³/s – kann sich das Gewässer eigendynamisch lateral entwickeln. Lokale Erosion

und Kolkbildung treten ebenso auf wie Verlandungszonen in strömungsberuhigten Abschnitten.

4.2.3 Erosionssicherung in der Steveraue

Die Trasse der Neuen Stever verläuft auf den ersten 660 m in der Gewässeraue der Stever. Dieser Bereich ist Bestandteil des Überschwemmungsgebietes der Stever, die beim 100-jährlichen Ereignis ihren Abfluss über die gesamte Flussaue abführt (siehe Abbildung 4.1). Es muss davon ausgegangen werden, dass bei Hochwasserereignissen in der Steveraue relativ hohe Schleppspannungen auftreten und die Gefahr besteht, dass die Gewässertrasse bzw. die Böschungen der Neuen Stever erodiert werden. Um dies zu verhindern, werden entlang der Neuen Stever versteckte (sog. „schlafende“) Sicherungen vorgesehen. Diese Sicherungen, in der Regel sind dies in Schlitze eingebaute Steinriegel, werden in einigem Abstand vom eigentlichen Gewässer angelegt. Durch diese Sicherungen wird gewährleistet, dass eine eigendynamische Entwicklung erfolgen kann, die jedoch in einem vordefinierten – nämlich durch die schlafenden Sicherungen – begrenzten Korridor erfolgt.

Im Entnahmebereich, d.h. im Anschluss der Neuen Stever an die Stever ist eine weitere Sicherung vorgesehen. Einzelheiten hierzu sind in Kapitel 4.5 aufgeführt.

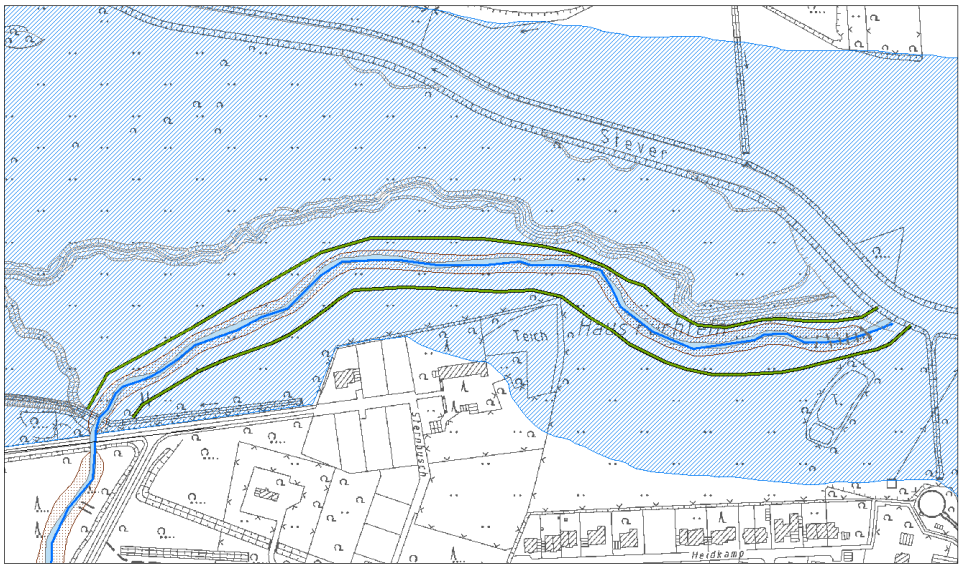


Abbildung 4.1: HQ_{100}-Überschwemmungsgebiet der Stever im Entnahmebereich der Neuen Stever

4.3 Kreuzungsbauwerke

Die Neue Stever kreuzt mehrere Straßen und Wege an denen Durchleitungsbauwerke vorgesehen sind. Alle Bauwerke weisen lichte Weiten auf, die größer 2 m sind, weshalb sie nach DIN 1076 als Brücken zu klassifizieren sind. Die Standorte können nachfolgender Tabelle entnommen werden:

Tabelle 4.1: Kreuzungsbauwerke an der Neuen Stever

Standort	Station	Typ
Kökelsumer Straße (K8)	3+345	Brücke
Zufahrt Naturbad Olfen	3+260	Brücke
Straße *Alter Postweg*	2+440	Brücke
Wirtschaftsweg	2+300	Brücke
Straße *Alter Postweg* bei Haus Rönhagen	2+055	Brücke
Kreisstraße 9	1+096	Brücke
Waldweg	0+715	Fußgängerbrücke
Wirtschaftsweg	0+275	Brücke

Brücken an der Neuen Stever werden als offene Rahmendurchlässe (siehe Abbildung 4.2) bzw. als Rahmenbrücken ausgeführt, die folgende Kriterien erfüllen:

- Die Sohle im Durchlass wird so ausgebildet, dass sie ökologisch und hydraulisch den angrenzenden Gewässerabschnitten entspricht. Es wird das Sohlsubstrat eingebaut, das auch im Mittelwasserbett vorhanden ist.
- Die Durchlässe werden so breit angelegt, dass zumindest einseitig eine Trockenberme gestaltet werden kann, um Tierbewegungen entlang des Gewässerrandes zu ermöglichen.
- Das Sohlgefälle im Durchlass und der Abflussquerschnitt werden so ausgelegt, dass es gegenüber der freien Fließstrecke bei Mittelwasser weder zu besonderen Abflussbeschleunigungen oder -verlangsamungen kommt. Hierdurch wird der Erosion bzw. Sedimentation im Durchlass vorgebeugt.

- Der Ein- und Auslaufbereich wird durch geeignete Steinschüttungen vor Erosion geschützt.

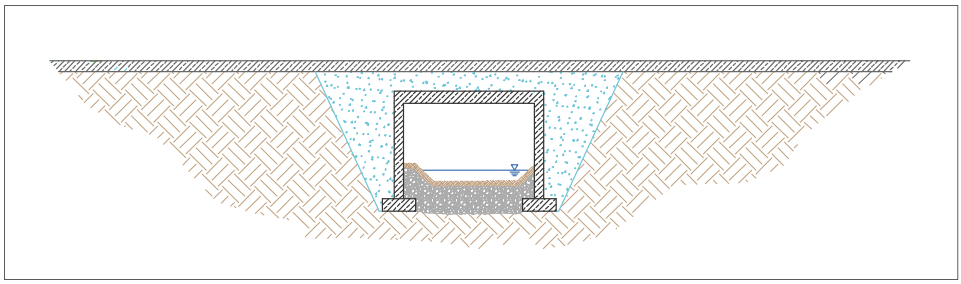


Abbildung 4.2: Beispiel für einen offenen Rahmendurchlass

Die Straße *Am Sternbusch* wird von der Neuen Stever bei Station 3+645 gequert. An dieser Stelle ist neben einem Durchlass ein Regelungsbauwerk vorgesehen, dass dafür sorgt, dass der Zufluss von der Stever in die Neue Stever auf ca. 1,6 m³/s begrenzt wird. Die Begrenzung des Zuflusses ist notwendig, um bei Hochwasserereignissen an der Stever, wenn die Steveraue überflutet wird, kein unkontrolliertes Abschlagen in die Neue Stever hervorzurufen (Details sind in Kapitel 4.6 beschrieben).

4.4 Querschnittsgestaltung und -sicherung

Die Gestaltung der Querschnitte orientiert sich am Leitbild und den Entwicklungszielen der Neuen Stever (siehe Kapitel 3 der UVS), den topgrafischen Gegebenheiten und den Bodenverhältnissen im Planungsraum.

In der Sekundäraue entsteht ein vielfältiges strukturreiches Mosaik aus wechselnden Aue- und Gewässerstrukturen. Durch die hohe Strukturvielfalt werden neue Lebensräume für gewässer- und auentypische Arten geschaffen. Ein durchgehender Habitatverbund zwischen Stever, Lippe und ihren Auen wird sichergestellt. Da ausgehend von den beiden Naturschutzgebieten an der Stever und der Lippe ein hohes Besiedlungspotenzial vorhanden ist, kann damit gerechnet werden, dass gewässer- und auentypische Arten die Habitatstrukturen in der Neuen Stever und der Sekundäraue rasch besiedeln werden.

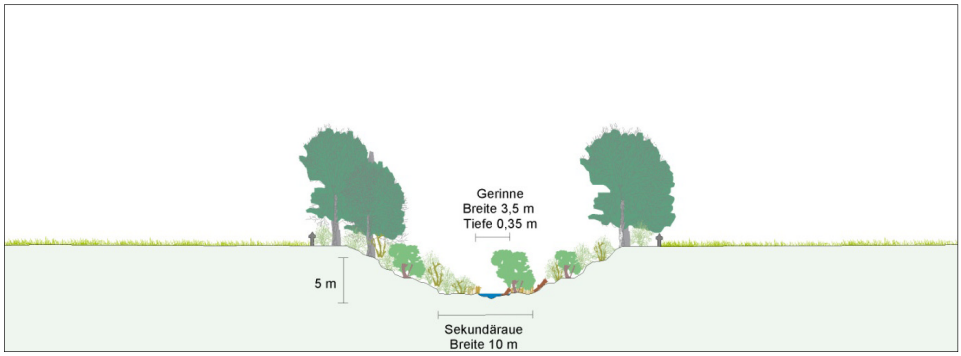


Abbildung 4.3: Exemplarisches Gestaltungsquerprofil der Neuen Stever bei 5 m Einschnittstiefe

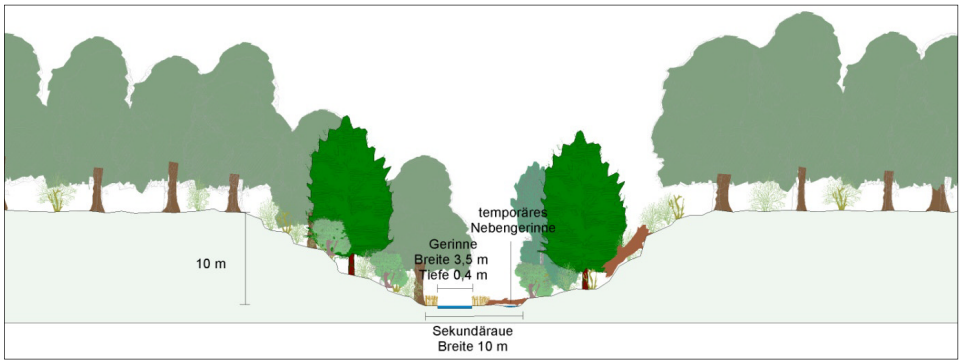


Abbildung 4.4: Exemplarisches Gestaltungsquerprofil der Neuen Stever bei 10 m Einschnittstiefe

Die Neue Stever hat eine Länge von 4 365 m, die Gesamtsohlhöhendifferenz zwischen den Anschlüssen an Stever und Lippe beträgt 5,35 m. Um die hydraulische Verbindung herzustellen, muss das Gewässer in das anstehende Gelände eingeschnitten werden. Abhängig vom Urgelände ergeben sich dabei Einschnittstiefen von 0,8 bis 10 m, im Mittel beträgt der Wert 3,8 m. Abbildung 4.3 und Abbildung 4.4 zeigen exemplarisch die Gestaltung der Querprofile bei Einschnittstiefen von 5 und 10 m.

Das Gewässer wird in einer Sekundäraue angelegt, welche zugleich als Entwicklungskorridor dient. Die Breite der Sekundäraue am Böschungsfuß beträgt zwischen 5 und 20 m und variiert in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten:

- Im Oberlauf der Neuen Stever bis zur Kökelsumer Str. (Station 3+335) beträgt die Breite der Sekundäraue etwa 10 m.

- Im Bereich des Olfener Naturbades, von der Kökelsumer Str. bis zu den Landschaftsseen (Station 3+025) beträgt die Breite, aufgrund der relativ begrenzten Platzverhältnisse, etwa 5 m.
- Von den Landschaftsseen bis Hof Schlüter (Station 1+625) beträgt die Breite der Sekundäraue etwa 10 m.
- Von dort bis zum Waldrand (Station 0+745) variiert die Breite zwischen 10 und 20 m, um in der frei einsehbaren Fläche ein möglichst abwechslungsreiches Landschaftsbild zu erzeugen.
- Im bewaldeten Abschnitt (Station 0+715) bis zur Mündung in die Lippe beträgt die Breite der Sekundäraue etwa 10 m.

Die Böschungen werden mit einer einheitlichen Neigung von 1:2 angelegt und sind entsprechend der verschiedenen Einschnittstiefen der Sekundäraue unterschiedlich breit.

Das Mittelwassergerinne der Neuen Stever hat eine Breite von 3 bis 4 m, ist etwa 40 cm tief und weist ein mäandrierende Linienführung auf. Bei Mittelwasserabflüssen von etwa 0,2 m³/s beträgt die Fließtiefe ca. 30 cm. Bei Abflüssen von etwa 0,4 m³/s kommt es zu Ausuferungen aus dem Mittelwasserbett in die Sekundäraue, was im Mittel an etwa 45 Tagen im Jahr zu erwarten ist.

Innerhalb der Sekundäraue kann sich die Neue Stever eigendynamisch entwickeln, so dass gewässertypische Strukturen und Habitate entstehen. Das Auenrelief wird nach der Anlage der Sekundäraue von ausgeprägten Mäanderbögen mit Prall- und Gleitufern und temporären Nebengerinnen geprägt.

Der Böschungsfuß der Sekundäraue wird auf der gesamten Strecke gegen Erosion gesichert und somit in der Lage fixiert. Diese Böschungsfußsicherung besteht aus Material der Klasse 32/90 nach DIN EN 13383-1 und wird nach dem Einbau mit natürlichem anstehendem Substrat überdeckt.

Neben der Erosionsgefahr durch die bis hier betrachteten hydraulischen Kräfte des Gewässers sind die erdstatischen Aspekte sowie etwaigen aus zuströmendem Grundwasser (effluente Verhältnisse) resultierende hydrodynamische Bodendeformationen zu betrachten. Im Rahmen der

Bauausführung sind diese Aspekte im Detail zu berücksichtigen. Hierzu gehören insbesondere in tiefer eingeschnittenen Bereichen sowie den Abschnitten mit verstärktem Grundwasserzustrom erdstatische Berechnungen auch unter Berücksichtigung des Grundwassers. Des Weiteren ist zu prüfen ob hinter dem Kopf der Böschungen –zur Vermeidung von Erosionen auf den Böschungen - und vor dem Böschungsfuß zur Fassung austretenden Grundwassers Dränagen erforderlich sind. Es erscheint zweckmäßig etwaige Böschungsfußdränagen (z.B. Kiessand-Filter, ggf. Auflastfilter) mit der Böschungsfußsicherung zu kombinieren.

Unter ungünstigen Bedingungen kann durch Grundwasserzustrom Feinmaterial aus der Bodenmatrix ausgetragen werden, was zur Reduzierung der Standsicherheit führt. Die ist insbesondere dann der Fall, wenn das anstehende Bodenmaterial nicht suffosionsbeständig ist und wenn die hydraulischen Kräfte so groß sind, dass die Widerstandskraft der Bodenkörner überschritten wird. Bzgl. kritischer hydraulischer Gradienten sind in der Literatur verschiedene Ansätze beschrieben, bei Feinsanden reicht die Spanne von 0,06 bis 0,14. Die Untersuchungen zu den Auswirkungen der Neuen Stever auf die Grundwasserverhältnisse (siehe Kapitel 4.10.1) haben gezeigt, dass sich an der Neuen Stever in einem Untersuchungskorridor von 500 m Breite maximale Grundwassergradienten von 0,04 (Planungszustand, nasse Verhältnisse) einstellen können. Im Istzustand sind die Gradienten auf niedrigerem Niveau, weisen stellenweise (insbesondere in der Nähe zur Lippe) Werte bis zu 0,03 auf. Unter Annahme homogener Verhältnisse erscheint das Auswaschen feiner Bodenpartikel daher als unkritisch. Bei natürlichen Böschungen muss jedoch davon ausgegangen werden, dass diese Bedingungen nicht zwingend erfüllt sind, Details sind auch hier im Zuge der Ausführungsplanung und der Bauausführung festzulegen.

4.5 Entnahmebauwerk

Als Entnahmebauwerk wird hier der Anschlussbereich der Neuen Stever an die Stever verstanden. Er umfasst Maßnahmen in der Stever, Maßnahmen an der aktuellen Umflutplanung sowie Änderungen in der

Steveraue bis zum Durchlass Sternenbusch, an welchem ein Regelbauwerk vorgesehen ist. In Anlage W 2.1 sowie den Anlagen W 3.1 und W 3.2 ist die Planung kartographisch dargestellt.

Wie in Kapitel 2.2.1 ausgeführt, hängen die Wasserstände in der Stever insbesondere bei kleineren und bei mittleren Abflüssen maßgeblich vom Betrieb der Füchtelner Mühle ab. Um den Einfluss des Mühlbetriebes zu quantifizieren, wurde ein hydraulisches Modell, basierend auf dem Modell der Bezirksregierung Münster, welches für die Überschwemmungsgebietsfestsetzung erstellt wurde, aufgebaut.

Das hydraulische Modell wie auch die Messwerte des Oberwasserstandes (vgl. Abbildung 2.15 und Kapitel 2.2.1.1) zeigen, dass beispielsweise bei mittleren Abflüssen die Schwankungen im vorgesehenen Entnahmebereich der Neuen Stever um häufig 20-30 cm, in Ausnahme bis 50 cm schwanken. Im Falle einer freien Ableitung in die Neue Stever würden diese durch den Mühlenbetrieb bedingten Schwankungen entsprechende Abflussschwankungen auch in der Neuen Stever bedingen. Um diesen Einfluss zu reduzieren, wäre der fachlich sinnvollste Weg den Schwallbetrieb an der Füchtelner Mühle zu unterbinden. Dies bedarf einer rechtlichen Prüfung und einer entsprechenden Umsetzung in Abstimmung mit allen Beteiligten. Im Planungsprozess wurde vereinbart davon auszugehen, dass der Status Quo in etwa erhalten bleibt.

Zur Reduzierung des Einflusses des Schwallbetriebes sind folgende Maßnahmen vorgesehen:

- Einbau einer Sohlschwelle in die Stever im Bereich des Anschlussbereiches Neue Stever
- Gestaltung der Neuen Stever im Entnahmebereich als raues, wenig leistungsfähiges Gerinne
- Bau eines Regelungsbauwerkes im Bereich *Am Sternbusch* zur Reduzierung der maximalen Ableitung der Neuen Stever

Maßnahmen in der Stever

Im Rahmen der Umflutplanung sind zwei Sohlanhebungen in der Stever vorgesehen. Die Sohlanhebungen sollen ein zu starkes Abfallen des Wasserstandes in der Stever infolge des Betriebs der Füchtelener Mühle verhindern. Die hydraulischen Berechnungen zeigen, dass die Schwan-

kungen im Einlaufbereich der Neuen Stever ungeachtet der geplanten Sohlschwellen weiterhin sehr groß sind, so dass eine weitere Erhöhung der Schwellen erforderlich ist. Die um eine mit der Anhebung der Sohle verbundene Wasserstandserhöhung, insbesondere im Falle von Hochwasser, zu verhindern, wurde gleichzeitig eine Aufweitung der Stever in dem Sohlanhebungsbereich vorgesehen. Im Zuge umfangreicher hydraulischer Berechnungen wurde die letztendlich entwickelte und in den Plänen (vgl. Anlage W 3.1) dargestellte Sohlanhebung ermittelt.

Die Sohle im Bereich der Ableitung in die Neue Stever und in den Umfluter wird auf 43,25 mNN angehoben. Die Anhebung erfolgt auf eine Länge von rund 75 m, quer zur Fließrichtung erfolgt eine Aufweitung auf 28,5 m. Um auch bei kleinen Abflüssen und abgesenkten Wasserständen an der Füchtelner Mühle den Wasserstand hoch zu halten und insbesondere Abflussmöglichkeiten für die Neue Stever und den Umfluter zu gewährleisten, ist eine Neigung der Sohle analog zu einem Gleithang vorgesehen.

Die Sohlanhebung bedingt, dass auch die Umflutplanung – hier wurde bisher von einer Anhebung auf 42,74 mNN ausgegangen – im Einlaufbereich angepasst werden muss. Die Aufteilung des zufließenden Steverwassers auf die drei abströmenden Äste, d.h. die Neue Stever, den Umfluter und die Stever selbst, stellt sich automatisch gemäß den hydraulischen Rahmenbedingungen ein. In Abbildung 4.5 ist die Aufteilung am Beispiel des Wasserwirtschaftjahres 2005 exemplarisch dargestellt.

Die Sohlanhebung hat neben einem möglichen positiven Effekt auf den Betrieb der Füchtelner Mühle (der Schwallbetrieb wird unattraktiv werden, weil das zur Verfügung stehende Volumen in der Stever geringer wird) Einfluss auf den Wasserstand im Oberlauf der Maßnahme. Die Hochwasserneutralität wird mit dem hydraulischen Modell nachgewiesen. In Abbildung 4.6 sind die resultierenden Wasserstände vergleichend dargestellt.

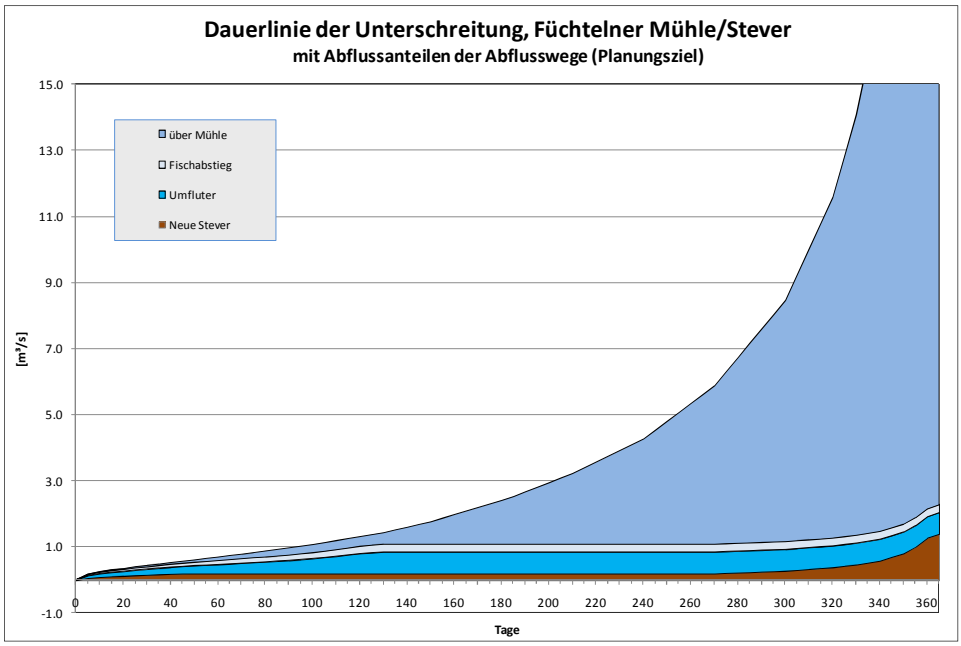


Abbildung 4.5: Aufteilung des Steverabflusses am Beispiel der Dauerlinie des Wasserwirtschaftsjahres 2005 nach DGJ

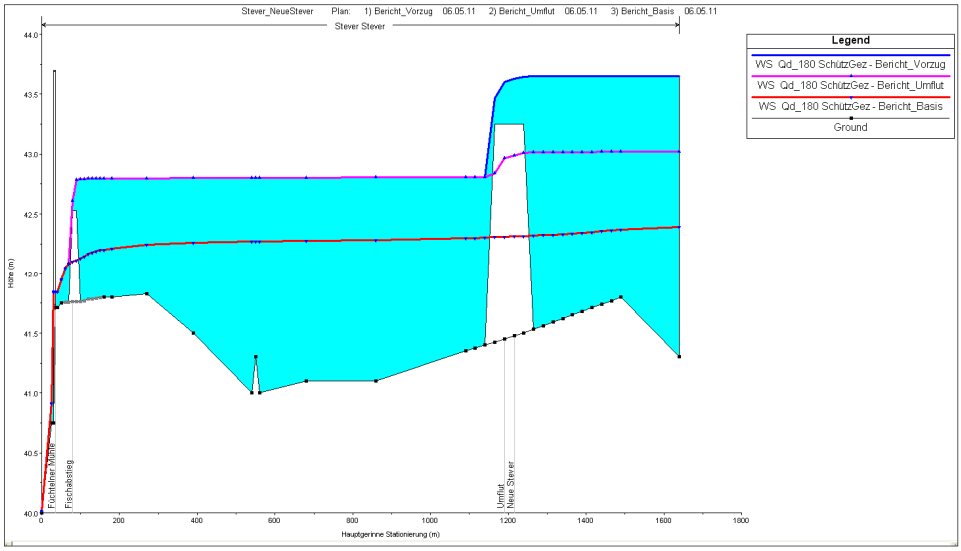


Abbildung 4.6: Wasserspiegellagen in der Stever bei mittlerem Abfluss im Istzustand (rot), gemäß Umflutplanung (magenta) und Vorzugsvariante (blau)

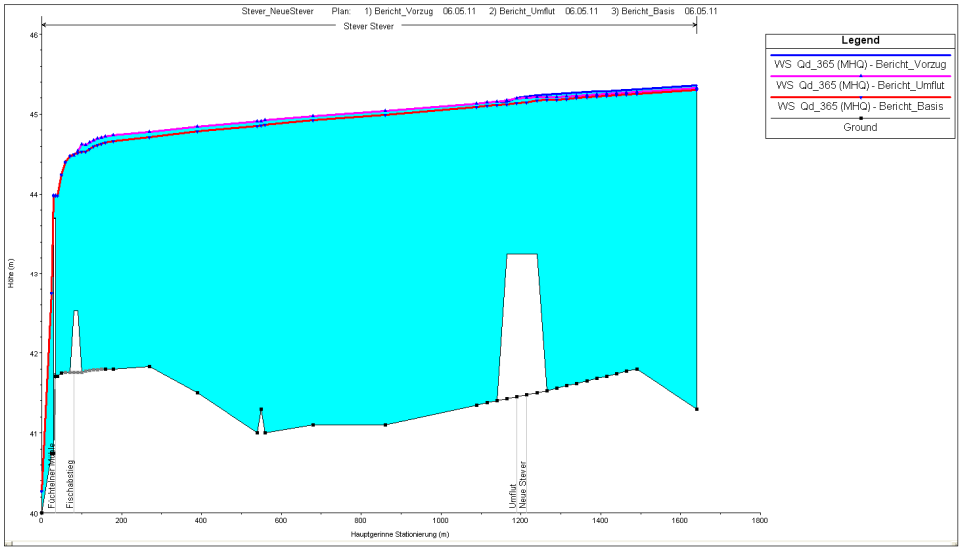


Abbildung 4.7: Wasserspiegellagen in der Stever bei mittlerem Hochwasser im Istzustand (rot), gemäß Umflutplanung (magenta) und Vorzugsvariante (blau)

Um die angestrebte und berechnete Aufteilung zu gewährleisten, ist ein stabiler Aufbau des Entnahmebereiches erforderlich. Aus dem Grunde wird in der Stever sowie im Einlaufbereich zur Neuen Stever und der Umflut ein sohlstabiler Aufbau mit einer entsprechenden Körnung ausgeführt.

Einlaufbereich der Neuen Stever

Der Einlaufbereich der Neuen Stever ist in der Anlage W 3.1 und W 3.2 dargestellt. An der Schnittstelle zur Stever werden Steine gesetzt und eine lichte Öffnung von 0,6 m Breite beibehalten. Im unterwasserseitigen Bereich der Neuen Stever wird ein Raugerinne mit Beckenstruktur analog zu fischpassierbaren Bauwerken angelegt. Durch diese Kombination beziehungsweise Kaskadierung wird gewährleistet, dass nur definierte Wassermengen aus der Stever in die Neue Stever gelangen. Die Fließverhältnisse sind somit sehr rau und die Ableitungen in die Neue Stever damit auch nicht sehr stark abhängig von den Wasserstandsschwankungen in der Stever. Die Berechnungs- und Gestaltungsgrundsätze erfolgen in Anlehnung an das Handbuch „Querbauwerke“ beziehungsweise das DWA-Merkblatt 509 (vgl. Kapitel 4.6). Aufgrund der vergleichsweise engen Durchlässe ist eine Gewässerunterhaltung erforderlich.

Mit steigenden Wasserständen in der Stever nimmt auch der Abfluss in die Neue Stever zu, bei sehr hohen Steverwasserständen würde dies eine unzulässig hohe Beaufschlagung der Neuen Stever bedingen. Um dies zu verhindern, ist ein Regelungsbauwerk *Am Sternbusch* vorgesehen (s. Kapitel 4.6).

Neue Stever bis zum Regelungsbauwerk

Die Neue Stever zwischen dem Einlaufbereich und dem Regelungsbauwerk wird als „normales“ Fließgewässer ausgeführt, welches auch normalen dynamischen Prozessen unterliegen kann. Zur Sicherung des Entwicklungskorridors sind schlafende Sicherungen in der Steveraue vorgesehen. Diese sind primär erforderlich wegen hoher Steverabflüsse und nicht wegen der Abflüsse in der Neuen Stever.

4.6 Regelungsbauwerk

Der Wasserstand in der Stever wird durch den Betrieb der Füchtelner Mühle maßgeblich bestimmt. Das angestrebte Stauziel von 43,74 mNN kann jedoch nur bis zu einem Zufluss von etwa 15 m³/s gehalten werden, danach steigt der Wasserstand in der Stever an. Die Ableitung in die Neue Stever nimmt zu, im Falle extremer Ereignisse wird die gesamte linksseitige Aue der Stever überströmt. Ohne entsprechende Maßnahmen würden sehr große Wassermengen in die Neue Stever gelangen. Aus diesem Grund ist ein Regelungsbauwerk *Am Sternbusch* vorgesehen, s. hierzu auch Anlage W 3.2.

Zur Querung der Neuen Stever unter der Straße *Am Sternbusch* ist der Bau eines Durchlasses vorgesehen. Unmittelbar oberhalb des Durchlasses ist ein Regelbauwerk beabsichtigt, mit welchem der maximale Abfluss in die Neue Stever begrenzt wird. Das Regelbauwerk wird der Brücke vorgesetzt und besteht aus einer 1,2 m breiten Öffnung, die lichte Höhe kann mittels Schütz und Spindelschieber festgelegt werden. Das Schütz wird so eingestellt, dass eine lichte Höhe von 0,4 m vorhanden ist. Hierdurch wird die maximale Weiterleitung in die Neue Stever selbst bei extremen Hochwässern in der Stever auf 1,5 m³/s begrenzt.

Am Regelungsbauwerk ist der Einbau einer Messeinrichtung zur Erfassung des Wasserstandes in der Neuen Stever vorgesehen. Neben einem Lattenpegel wird ein Pegel zur kontinuierlichen Aufzeichnung des Wasserstandes (d.h. inkl. Datenlogger) installiert.

Etwa 100 m westlich des Regelbauwerkes befindet sich gegenseitig ein Durchlass, DN 1400, welcher die Steveraue mit dem südlich des *Am Sternbusch* gelegenen Bruchwald verbindet. Selbst im hundertjährlichen Lastfall sind die topographischen Verhältnisse so, dass Wasser auch über diesen Weg nicht in die Neue Stever fließen kann. Ungeachtet dessen ist am Durchlass der Kökelsumer Straße eine Vorrichtung zur Aufnahme von Dammbalken vorgesehen, welche als zweite Hochwassersicherung dient.

Die Zuständigkeiten für den Betrieb und die Unterhaltung des Regelungsbauwerks, des Pegels sowie die Neue Stever ist festzulegen.

4.7 Gefälleabbau Neue Stever

Die „Neue Stever“ hat einen Höhenunterschied von rund 5,30 m zwischen dem Anschluss zur Stever und dem Anschluss zur Lippe zu überwinden. Während auf den oberen 4 km ein Höhenunterschied von rund 1,40 m überwunden wird, ist im unteren Abschnitt die verbleibende Differenz von gut 3,80 m zu bewältigen. Um diesen steilen Abschnitt für Fische passierbar zu halten, ist eine besondere Bauweise erforderlich. Die Gestaltung dieses Abschnitts erfolgt in Anlehnung an das Handbuch „Querbauwerke“ bzw. das DWA-Merkblatt 509 (Gelbdruck).

4.7.1 Rahmenbedingungen und Anforderungen

Zur Dimensionierung ist insbesondere die Zielart der Fischfauna von größter Relevanz. Als Zielarten sind alle Arten der potenziell natürlichen Fischfauna des Stever- und Heubachsystems von Relevanz. Als Grundlage zur Ermittlung der Zielarten dient die Fischgewässertypenkarte des Landes NRW. In Abbildung 4.8 ist ein Auszug dargestellt. Hinsichtlich der Fließgewässerzone befindet sich der relevante Gewäs-

serabschnitt im Übergangsbereich vom Epi-Potamalen- zum Meta-Potamalen-Bereich und somit in der unteren Barben- bzw. oberen Brachsenregion. Als maßgebende Leitart wird die Barbe betrachtet, aber auch der Auf- und Abstieg von Brachsen sollte möglich sein.

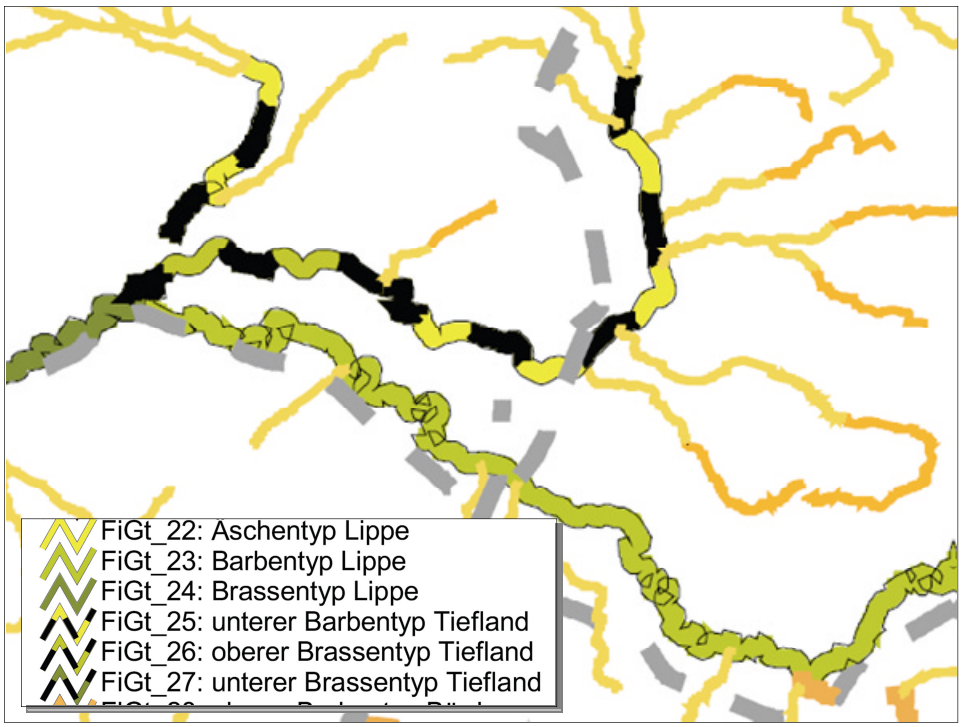


Abbildung 4.8: Auszug aus der Fischgewässertypenkarte NRW (Stand Mai 2007)

Als Fischaufstiegsanlage wird ein Raugerinne mit Beckenstruktur als zielführend erachtet und somit gewählt. Um den Aufstieg in der Gefällestrecke zu ermöglichen, sind geometrische und hydraulische Anforderungen, die sich an Größe und Art der relevanten Fischarten am Standort orientieren, einzuhalten. In Tabelle 4.2 und Tabelle 4.3 sind die Grenzwerte aufgeführt.

Tabelle 4.2: Hydraulische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe (Quelle: Handbuch Querbauwerke, MUNLV NRW, 2005)

Tab. 10.2 Hydraulische Grenzwerte

Hydraulische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe sowie für die Wanderkorridore von Rampen und Umgehungsgerinnen

Fließgewässerzone	Δh_{max} Rechnerischer max. Absturz (1)	v_B maximale mittlere Geschwindigkeit im Becken	v_{WK} maximale mittlere Geschwindigkeit im Wanderkorridor (2)	Leitströmung bei MQ		Max. Leistung pro Wasservolumen des Fischpasses (Becken, Wanderkorridor)		Max. Leistung pro Wasservolumen des Ruhebeckens
				v_{min}	v_{max}	p bei Q_{30}	p bei Q_{330}	
	[m]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[W/m³]	[W/m³]	[W/m³]
Epi-Rhithral	0,20	0,5	1,0	0,3	2,0	200	200	50
Meta-Rhithral	0,18	0,5	1,0	0,3	1,9	180	200	50
Hypo-Rhithral	0,15	0,5	0,9	0,3	1,7	150	200	50
Epi-Potamal	0,13	0,5	0,8	0,3	1,6	100	150	50
Meta-Potamal	0,10	0,5	0,7	0,3	1,4	80	100	50
Hypo-Potamal	0,09	0,5	0,6	0,3	1,3	60	80	50

(1) Die Fischaufstiegsanlage ist rechnerisch auf einen gleichmäßigen Absturz ≤ Δh_{max} an allen Barrieren auszulegen. Ausführungstoleranzen sind nur in sehr begrenztem Maß an wenigen Schwellen zulässig.

(2) Gilt für Umgehungsgerinne und Rampen. Der Wanderkorridor ist der Bereich der Hauptströmung. Zusätzlich müssen ausreichende Bereiche mit niedrigerer Geschwindigkeit vorhanden sein, die die maximale mittlere Geschwindigkeit v_B unterschreitet.

Tabelle 4.3: Geometrische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe (Quelle: Handbuch Querbauwerke, MUNLV NRW, 2005)

Tab. 10.3 Geometrische Grenzwerte

Geometrische Grenzwerte für beckenartige Fischpässe sowie für die Wanderkorridore von Rampen und Umgehungsgerinnen

Relevante Fischarten	Dimension der Becken bzw. der Wasserkörper bei Q_{30} (lichte Abmessungen)				Minimale Schlitzweite für mindestens einen Schlitz pro Riegel, für technische bzw. naturnahe Bauweisen		Orientierungswert für den typischen kleinsten Abfluss im Fischpass aus hydraulischer Rechnung ohne Berücksichtigung der Leitwirkung (6)	
	min. Wassertiefe unterhalb Trennwand	min. Schlitzhöhe (gilt nur für (3))	min. lichte Länge	min. lichte Breite	technische Bauweise	naturnahe Bauweise	technische Bauweise $Q_{FAA,min}$	naturnahe Bauweise $Q_{FAA,min}$
	h_u [m] (4)	$t_{s,min}$ [m] (4)	L [m]	b [m]	s [m] (5)	s [m] (5)	[m³/s]	[m³/s]
Bachforelle	0,4	0,2	1,5 - 1,9	1,0 - 1,2	0,15	0,2 - 0,4	0,1	0,2
Äsche, Döbel, Plötze, Hasel	0,45	0,2	2,0	1,4	0,17 - 0,3	0,4 - 0,6	0,15 - 0,25	0,35
Barbe, Brasse, Zander, Hecht, Lachs, Meerforelle, Huchen	0,5	0,3	2,8 - 4,0	1,8 - 3,0	0,3 - 0,6	0,6	0,4 - 1,0	0,5 - 0,55
Stör	0,8 - 1,0		5,0	3,0	0,8	0,8	0,7 - 1,5	1,2 - 2,0

Neben dem Handbuch „Querbauwerke“ sind auch im DWA-Merkblatt 509 Angaben hinsichtlich geometrischer und hydraulischer Grenzwerte aufgeführt. Für die Barbenregion sind in Tabelle 4.4 unter Einbezug der für natürliche Bauweisen anzusetzenden Sicherheitsfaktoren diese Grenzwerte aufgeführt. In Tabelle 4.5 sind die gleichen Grenzwerte, jedoch für die Brachse als maßgebliche Art dargestellt.

Tabelle 4.4: Grenzwerte gemäß DWA Merkblatt 509 (Gelbdruck) bei Ansatz der Barbe als maßgebende Art

Fischökologisch bedingte Restriktionen			Sicherheit
Maximal zul. Geschwindigkeit	1.62	[m/s]	90%
zulässige Geschwindigkeit im Becken	0.50	[m/s]	90%
zulässige Leistungsdichte	135	[W/m³]	90%
erf. Mindestbreite Schlitz	0.34	[m]	80%
erf. Mindestlänge Becken	3.00	[m]	80%
erf. Mindestbreite Becken	1.80	[m]	enthalten
erf. Mindesttiefe Engstelle	0.33	[m]	80%
erf. Mindesttiefe Wanderkorridor	0.41	[m]	80%
zulässige Absturzhöhe	0.13	[m]	enthalten

Tabelle 4.5: Grenzwerte gemäß DWA Merkblatt 509 (Gelbdruck) bei Ansatz der Brachse als maßgebende Art

Fischökologisch bedingte Restriktionen			Sicherheit
Maximal zul. Geschwindigkeit	1.53	[m/s]	90%
zulässige Geschwindigkeit im Becken	0.50	[m/s]	90%
zulässige Leistungsdichte	112.5	[W/m³]	90%
erf. Mindestbreite Schlitz	0.26	[m]	80%
erf. Mindestlänge Becken	2.63	[m]	80%
erf. Mindestbreite Becken	1.80	[m]	enthalten
erf. Mindesttiefe Engstelle	0.53	[m]	80%
erf. Mindesttiefe Wanderkorridor	0.66	[m]	80%
zulässige Absturzhöhe	0.10	[m]	enthalten

Das Handbuch „Querbauwerke“ und das DWA-Merkblatt führen zu sehr unterschiedlichen geometrischen Anforderungen, welche in Tabelle 4.6 gegenübergestellt sind. In derselben Tabelle sind unter Berücksichtigung der naturräumlichen Gegebenheiten die zur Dimensionierung berücksichtigten Mindestanforderungen ebenfalls aufgeführt. Insbesondere die Mindestbreite der Schlitze zeigt eine große Varianz. Während gemäß Handbuch „Querbauwerke“ in Naturbauweise eine Breite von 0,6 m erforderlich ist, ist dies gemäß DWA-Merkblatt 509 bei der Barbe lediglich 0,34 m, bei der Brachse 0,26 m. Unter Berücksichtigung der Fischgrößen - die Barbe weist eine Breite von 9 cm, die Brachse von 7 cm auf - sowie der begrenzten Wassermengen werden Schlitzbreiten von

rund 35 cm als ausreichend angesetzt. Ungeachtet der gewählten geometrischen Anforderungen erfolgt im Rahmen der Dimensionierung auch eine Berechnung der hydraulischen Anforderungen.

Tabelle 4.6: Zur Gestaltung und Dimensionierung gewählte Mindestanforderungen

Lage	DWA M-509 Brachse	DWA M-509 Barbe	Handbuch QBW Barbe und Brachse	Bei der Dimensionierung berücksichtigte Mindestanforderung
	[m]	[m]	[m]	[m]
Mindestbreite im Schlitz	0,26	0,34	0,3 – 0,6 (naturnah 0,6)	0,35
Mindesttiefe an Engstelle	0,53	0,33	0,30	0,30
Mindesttiefe im Wanderkorridor	0,66	0,41	0,5	0,50
Mindestlänge des Beckens	2,63	3,00	f(Leistungsdichte)	3,00

Die unter Ableitung aus der Stever sowie den Zuflüssen aus dem eigentlichen Untersuchungsgebiet einschließlich der Regenwasserentlastung resultierenden hydrologischen Verhältnisse sind in Tabelle 4.7 zusammengefasst.

Tabelle 4.7: Maßgebende Bemessungsabflüsse

Hydrologische Verhältnisse		
MNQ	0.05	[m³/s]
Q30	0.17	[m³/s]
Q60	0.20	[m³/s]
MQ	0.30	[m³/s]
Q330	0.58	[m³/s]
MHQ	2.78	[m³/s]
HQx (Für Stabilitätsnachweis)	4.08	[m³/s]
=> MNQ : MQ	17%	

4.7.2 Dimensionierung und Gestaltung

Unter Verwendung der in Tabelle 4.6 aufgeführten geometrischen Mindestanforderungen und der in Tabelle 4.7 aufgeführten maßgebenden Bemessungsabflüsse erfolgt die Dimensionierung und Gestaltung der Gefällestrecke. Um trotz der strikten Vorgaben und der sehr engen Spielräume zur Gestaltung ein abflussreiches Erscheinungsbild der Gefälle wählen zu können, werden im Rahmen der Dimensionierung bauliche Gestaltungen u.a. unter Ansatz unterschiedlicher Schlitzbreiten analysiert.

4.7.2.1 Ausführung bei minimal zulässiger Schlitzbreite

Unter Berücksichtigung der zulässigen Mindestschlitzbreite von 35 cm zeigen die Berechnungen, dass eine Erhöhung im Bereich der Schlitze (im folgenden Grundschwellenhöhe genannt) von rechnerisch 16 cm erforderlich sind, um die Fließtiefen im Wanderkorridor einzuhalten. Die zur hydraulischen Berechnung gewählten Abmessungen sind in Tabelle 4.8, die Ergebnisse in Tabelle 4.9 sowie in Abbildung 4.9 dargestellt. Es ist zu erkennen, dass bei der gewählten Ausführung alle hydraulischen und geometrischen Anforderungen erfüllt werden.

Tabelle 4.8: Gewählte Abmessungen bei minimal möglicher Schlitzbreite

Bauliche Angaben		
Sohle		
Gröbste Steinkörnung	**0.15**	[m]
Einbau	**quadratisch oder flachliegend**	
Profil		
Sohlbreite des Beckens	**2.50**	[m]
Bösungsneigung (dH : dL); n=	**2.00**	[1 : n]
Längsschnitt		
WSP Differenz (oben - unten)	**0.10**	[m]
Gesamtlänge einer Stufe	**3.30**	[m]
=> Resultierendes Längsgefälle	3.03%	
Riegel		
Steinhöhe	**0.55**	[m]
Steindurchmesser	**0.30**	[m]
Steinart	**scharfkantig (gebrochen)**	
Gesamtbreite der Schlitze	**0.35**	[m]
Grundschwellenhöhe (über Sohle)	**0.16**	[m]
Breite des Riegels (Oberkante)	**2.50**	[m]
=> effektive Schwellenhöhe	**0.55**	[m]
=> Rechnerisch erf. Anzahl von Becken	**38.5**	
=> Rechnerisch erf. Gesamtlänge	**127.05**	[m]

Tabelle 4.9: Ergebnisse der hydraulischen Berechnung bei Ansatz minimal zulässiger Schlitzbreiten
(Details siehe Tabelle 4.8)

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnung				MITTEL	
Fließtiefen und Leistungsdichte	**Q [m³/s]**	**$h_{Schwelle}$ [m]**	**h_{Becken} [m]**	**$hü_{Riegel}$ [m]**	**P [W/m³]**
MNQ	**0.050**	**0.17**	**0.28**	**0.00**	19
Q30	**0.170**	**0.39**	**0.50**	**0.00**	31
Q60	**0.203**	**0.42**	**0.53**	**0.03**	35
MQ	**0.301**	**0.46**	**0.57**	**0.07**	47
Q330	**0.578**	**0.55**	**0.66**	**0.16**	74
Geschwindigkeiten	**Q [m³/s]**	**$V_{Schlitz}$ [m/s]**	**V_{Becken} [m/s]**	**V_{Riegel} [m/s]**	
MNQ	**0.050**	**0.84**	**0.06**	0.00	
Q30	**0.170**	**1.23**	**0.10**	0.08	
Q60	**0.203**	**1.26**	**0.11**	0.32	
MQ	**0.301**	**1.30**	**0.14**	0.52	
Q330	**0.578**	**1.36**	**0.23**	0.78	

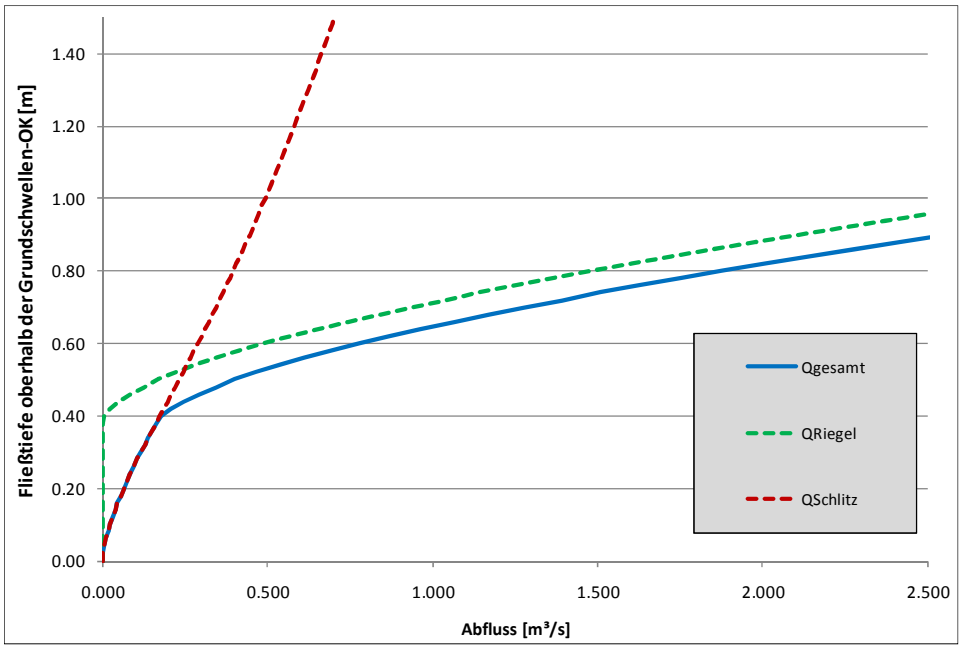


Abbildung 4.9: Wasserstands- / Abflussbeziehung im Bereich des Riegels bei Ansatz der minimal zulässigen Schlitzbreiten (Details siehe Tabelle 4.8)

4.7.2.2 Ausführung bei maximal möglicher Schlitzbreite

Analog zu den Berechnungen des Kapitels 4.2.1 wurden Untersuchungen zur maximal möglichen Schlitzbreite durchgeführt. Maßgebend für die maximal mögliche Schlitzbreite sind die hydrologischen Verhältnisse und die geometrischen Anforderungen, insbesondere die erforderliche Fließtiefe im Bereich der Engstelle. Es zeigte sich, dass Schlitzbreiten bis zu 0,5 m möglich sind, die Grundschwelle muss hierbei jedoch auf 25 cm erhöht werden. Die Berechnungsergebnisse für diese Ausführung sind in Tabelle 4.10 bzw. in Abbildung 4.10 dargestellt.

Tabelle 4.10: Ergebnisse der hydraulischen Berechnung bei Ansatz maximal möglicher Schlitzbreite von 0,5 m und einer Grundschwellenhöhe von 0,25 m

Zusammenfassung der hydraulischen Berechnung		MITTEL			
Fließtiefen und Leistungsdichte	**Q [m³/s]**	**$h_{Schwelle}$ [m]**	**h_{Becken} [m]**	**$hü_{Riegel}$ [m]**	**P [W/m³]**
MNQ	**0.050**	**0.13**	**0.33**	**0.00**	14
Q30	**0.170**	**0.30**	**0.50**	**0.00**	30
Q60	**0.203**	**0.33**	**0.53**	**0.03**	34
MQ	**0.301**	**0.37**	**0.57**	**0.07**	46
Q330	**0.578**	**0.46**	**0.66**	**0.16**	73
Geschwindigkeiten	**Q [m³/s]**	**$V_{Schlitz}$ [m/s]**	**V_{Becken} [m/s]**	**V_{Riegel} [m/s]**	
MNQ	**0.050**	**0.75**	**0.04**	0.00	
Q30	**0.170**	**1.12**	**0.09**	0.02	
Q60	**0.203**	**1.15**	**0.10**	0.32	
MQ	**0.301**	**1.21**	**0.14**	0.51	
Q330	**0.578**	**1.30**	**0.22**	0.77	

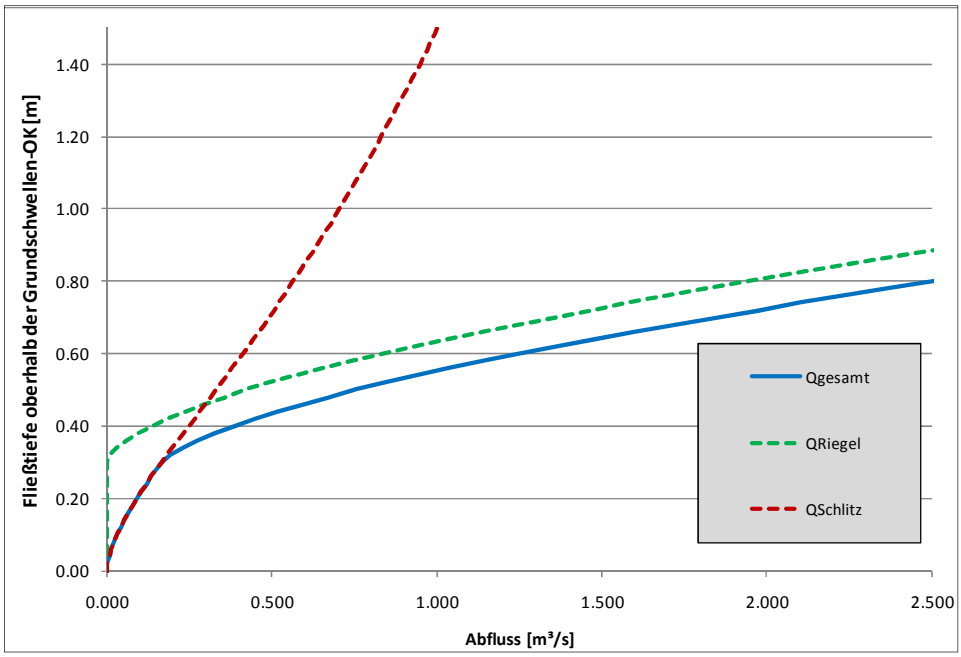


Abbildung 4.10: Wasserstands- / Abflussbeziehung im Bereich des Riegels bei Ansatz der maximal möglichen Schlitzbreiten

Zur Überprüfung der Berechnungen, welche im Wesentlichen auf dem Merkblatt 509 basieren, wurde auch eine Berechnung gemäß DVWK-Merkblatt 232 durchgeführt. Die Ergebnisse stimmen mit den obigen sehr gut überein, als Gesamtbreite der Schlitze wird gemäß DVWK 0,45 m angesehen.

4.7.2.3 Gestaltung der Gefällestrecke

Die Ausführungen zeigen, dass trotz der engen Verhältnisse gewisse Spielräume bei der Gestaltung möglich sind. So können die Riegelbereiche mit unterschiedlichen Schlitzbreiten realisiert werden, die Beckenlängen und -breiten sind nahezu frei variierbar, sofern die Mindestangaben eingehalten werden. Um trotz der engen Vorgaben ein relativ abwechslungsreiches Erscheinungsbild zu gewährleisten, werden Schlitzweiten zwischen 0,35 und 0,5 m variiert, die Riegelhöhe (das ist die Höhe der Schwelle über Grund) wird jedoch einheitlich auf 0,55 m ausgeführt.

Bei maximaler Schlitzbreite von 0,5 m ist die Grundschwelle auf eine Höhe von 0,25 m zu legen, im Falle der minimal zulässigen Breite von 0,35 m wird die Grundschwellenhöhe auf 0,15 m reduziert. Aufgrund von Verlegungsgefahr bzw. der Reduzierung von Unterhaltsmaßnahmen sollten möglichst breite Öffnungen gewählt werden. Um auch bei ggf. geringeren als in Tabelle 4.7 angegebenen Abflüssen die Passierbarkeit zu gewährleisten, wären schmale Öffnungen zweckmäßig.

Die Breite der Hauptöffnung wird daher in der Regel zwischen 0,40 und 0,45 m gewählt, die zweite Öffnung wird mit höherer Grundschwelle (bzw. einem bereichsweise abgesenktem Riegel) umgesetzt. Zur Erhöhung der Vielfalt sind in der zweiten Öffnung auch schräg geneigte Grundschwellen sinnvoll. Um die Ausführungen der einzelnen Becken praktisch unabhängig voneinander wählen zu können, wird eine einheitliche Riegelhöhe von 0,55 m eingehalten. Die Hauptöffnungen werden in der Regel durch gesetzte und in den Untergrund eingebundene Steine realisiert, der anschließende Riegelbereich kann wahlweise durch Totholz oder aber auch gesetzte Steine gestaltet werden.

Hinsichtlich der energetischen und geometrischen Anforderungen sind die einzelnen Becken mit einer lichten Mindestlänge von 3 m auszuführen. Diese Länge wird zur Erhöhung der Vielfalt zwischen 10 m als Obergrenze und 3 m als Untergrenze variiert. Als Mindestbreite des Riegels und auch des anschließenden Beckens werden nach fischökologischen Kriterien 1,80 m gefordert, gemäß DWA M 509 sollte die Breite des Riegels und somit auch des Beckens jedoch mindestens der 5-fachen Schlitzbreite entsprechen. Mit Blick auf die oberhalb gelegene

Neue Stever werden Beckenbreiten zwischen 2,50 m und 4,00 m angestrebt. Die Riegelbreite wird zwischen 1,8 und 2,5 m etwas schmaler und mit geringerer Variation gewählt, um auch im Falle einer Verlegung der Schlitze noch größere Fließtiefen zu gewährleisten. Im Rahmen der baulichen Umsetzung ist eine gewässerspezifische Gestaltung der Beckensohle anzustreben, da aufgrund des gewählten Materials natürliche Umlagerungen gering gehalten werden.

Zum Nachweis der Sohlstabilität der Becken wurde ein Nachweis gemäß Tabelle 4.11 geführt. Unter Ansatz eine Sohlbreite von 4 m zeigen die Berechnungen Palt (2001), dass selbst bei einem HQ_{100} ein d50-Korn im Becken von 5 cm zur Stabilität ausreicht, bei einer typischen Abstufung entspricht dies einem maximalen Steindurchmesser von 14 cm. In den Becken ist eine geringe Umlagerung zulässig, daher wird ein Maximalkorn von 10 cm gewählt.

Tabelle 4.11: Stabilitätsnachweis der Gewässersohle

Stabiltätsnachweis für Raugerinne mit Störsteinen oder mit Beckenstruktur		
Kornverteilung und qvorh		
Gewähltes ds,Becken =	0.15	[m]
d65,Becken =	0.10	[m]
d50,Becken =	0.05	[m]
Sicherheitsfaktor =	0.7	f(Steinform)
Beckensohle ist stabil bis qzul =	0.665	[m³/s/m]
Becken: qvorh (bei MQ) =	0.057	[m³/s/m]
Becken: qvorh (bei MHQ) =	0.451	[m³/s/m]
Becken: qvorh (bei HQx) =	0.628	[m³/s/m]
Schlitz: qvorh (bei MQ) =	0.447	[m³/s/m]
Schlitz: qvorh (bei MHQ) =	1.185	[m³/s/m]
Schlitz: qvorh (bei HQx) =	1.421	[m³/s/m]
Nach Palt (2001)		
Anforderung für stable Sohle:		
dm,Becken erforderlich =	**0.05**	**[m]**
ds,Becken erforderlich =	**0.14**	**[m]**
Anforderungen im Schlitzbereich		
dm erforderlich =	**0.08**	**[m]**
ds erforderlich =	**0.25**	**[m]**
Kolktiefe nach Eckenberger (1943)		
Gestaltung ohne Kolk erfordert ein d90 >	**0.15**	**[m]**

4.8 Anschluss der Nebengewässer

Durch die Anlage der Neuen Stever ergeben sich für drei vorhandene Oberflächengewässer veränderte Vorflutverhältnisse, die nachfolgend beschrieben werden.

4.8.1 Entwässerungsgraben am Bauhof

Parallel zur Straße *Am Sternbusch* verläuft nördlich ein namenloser Entwässerungsgraben, der das Regenwasser der Ortsentwässerung aufnimmt (Einleitstelle 10 / Sternbusch). Im heutigen Zustand entwässert der Graben in die Stever.

Im Zuge der Umflutplanung (siehe Kapitel 2.2.1.2) ist geplant, den Entwässerungsgraben umzuleiten und das anfallende Wasser in das Umflutgewässer abzuschlagen. Durch die Anlage der Neuen Stever entfällt diese Umleitung. Stattdessen wird der Entwässerungsgraben in die Neue Stever eingeleitet. Die Höhendifferenz zwischen Entwässerungsgraben und Sohle der Neuen Stever beträgt etwa 1,2 m. Im Mündungsbereich wird die Sohle des Entwässerungsgrabens mit einem Gefälle von 1:10 gestaltet und zum Schutz vor Erosion mit Material der Klasse 32/90 nach DIN EN 13383-1 gesichert.

4.8.2 Anschluss Lambertgraben

Der Lambertgraben mündet bei Station 3+085 in die Neue Stever. Die dortige Sohlhöhe beträgt 42,73 mNN, die Sohle des Lambertgrabens liegt auf etwa 45,00 mNN. Der Höhenunterschied wird auf einer Strecke von 45 m abgebaut (Gefälle 5%). Der Durchlass der Lambertgrabens unter dem Alleeweg bleibt erhalten, der Gefälleabbau erfolgt im Unterwasser dieses Kreuzungsbauwerkes (siehe planerische Darstellung in Kartenanlage W 3.3).

4.8.3 Anschluss RRB Rönhagen

Im heutigen Zustand leitet das Regenrückhaltebecken Rönhagen (Einleitstelle 09) in den Lambertgraben ein. Durch die Neue Stever ändert sich die Einlaufsituation unterhalb der Drosselöffnung des RRB, das Becken selbst wird nicht verändert. Die Sohle des Beckenauslaufs liegt auf einer Höhe von 44,85 mNN, die Sohle der Neuen Stever auf 42,73 mNN. Dieser Höhenunterschied wird auf einer Länge von 38 m abgebaut (Gefälle 5%).

4.8.4 Anschluss N.N.-Gewässer („Schüßlergraben“)

Der Anschluss des Schüßlergrabens an die Neue Stever (GewKz 27887382) erfolgt bei Station 1+445. Die dortige Sohlhöhe beträgt 42,23 mNN, die Sohle des Schüßlergrabens liegt auf etwa 43,70 mNN. Der Anschlussbereich wird so gestaltet, dass die Höhendifferenz auf einer Länge von 45 m ausgeglichen wird (Gefälle 3%); der Schüßlergraben weitet sich im Mündungsbereich von 0,8 auf etwa 2 m auf (siehe planerische Darstellung in Kartenanlage W 3.3).

4.9 Anschluss an die Lippe

Die Gefällestrecke endet in der rechtsseitigen Aue der Lippe. Von hier wird die Neue Stever im vergleichsweise geringen Gefälle bis in die Lippe geführt. Maßgebende Randbedingungen sind die vorhandenen topografischen Verhältnisse sowie die Wasserstandsdynamik der Lippe. Gemäß Unterlagen des Lippeverbandes befindet sich das Niedrigwasser im Bereich des Anschlusses in der Lippe auf einem Niveau von 38,22 mNN, das Mittelwasser beträgt 38,33 mNN. Die Sohle der Neuen Stever wird im Mündungsbereich 30 cm unter das Niedrigwasser der Lippe gelegt, um auch bei extremen Verhältnissen der Lippe noch eine ausreichende Fließtiefe in der Neuen Stever zu gewährleisten und einen „gleichmäßigen“ Übergang zu erreichen. Die Gewässersohle der Neuen Stever wird bis zum Anschluss an das untere Ende der Gefällestrecke so verlegt, dass im Anschlussbereich zur Gefällestrecke die Sohle auf

Niedrigwasserniveau der Lippe liegt. Hierdurch wird gewährleistet, dass im Falle von Niedrigwasser in der Lippe ein verträgliches Gefälle in der Neuen Stever vorhanden ist. Gleichzeitig wird hiermit erreicht, dass bei Mittelwasser ein ausgeprägtes Fließen in der Neuen Stever erfolgen kann.

Hinsichtlich der Gestaltung wird die Neue Stever in Anlehnung an die Profile der Neuen Stever im Oberlauf profiliert, die eigentliche Gewässerbreite wird somit zwischen 3 und 4 m gelegt, der anschließende „Sekundärauenbereich“ wird ebenfalls mit der normalen Breite von 10 m ausgeführt.

Während der obere Bereich dieses Abschnittes mit dem Ende der Gefällestrecke praktisch festliegt, ist der untere Bereich einschließlich Einmündung in die Lippe als Gewässerabschnitt, welcher der freien Sukzession unterliegt, konzipiert. Aufgrund der Gefälleverhältnisse und der Abflussdynamik in der Neuen Stever wird der Mündungsbereich durch die Abflüsse der Neuen Stever nur wenig verändert. Bettbildende Abflüsse im Mündungsbereich der Neuen Stever werden durch die Lippe selbst bedingt. Gemäß den vorliegenden hydraulischen Berechnungen des Lippeverbandes (vergleiche Tabelle 4.12) liegt der Wasserstand bei HQ_5 im Mündungsbereich bei 40,98 mNN. Bei diesem Wasserstand würden die unteren 30 m der Neuen Stever durch die Lippe überströmt. Die Neue Stever würde in diesem Bereich bis zu 2 m tief überstaut. Aufgrund der topografischen Verhältnisse ist mit erhöhten Turbulenzen und Schubspannungen im Bereich der Neuen Stever zu rechnen, so dass Umlagerungen stattfinden werden.

Erreicht der Wasserstand der Lippe 42 mNN (dies entspricht in etwa einem HQ_{25}), werden die unteren 70 m der Neuen Stever überströmt, die erhöhten Turbulenzen und angreifenden Kräfte insbesondere im Lippenahebereich lassen eine deutliche Umlagerung der Neuen Stever erwarten. Während die morphologischen Veränderungen im Mündungsbereich erwünscht sind, ist eine Umlagerung und Veränderung der Gefällestrecke nicht tolerabel, da andernfalls das Bauwerk zerstört und die Durchgängigkeit ggf. behindert oder unmöglich gemacht wird. Aus diesem Grunde ist das in Kapitel 4.7 erläuterte Bauwerk zum Gefälleabbau der Neuen Stever im unteren Bereich gegen Rückschreiten, Erosion, aber auch seitlich eingreifende Kräfte der Lippe zu sichern. Damit durch

die Sicherung die dynamisch gewünschten Umlagerungen im Mündungsbereich nicht behindert werden, wird die unterwasserseitige Sicherung der Gefällestrecke bis deutlich unter das Niedrigwasserniveau der Lippe in die Aue gezogen.

Tabelle 4.12: Lippewasserstände im Bereich der Mündung der Neuen Stever (Quelle Lippeverband)

Ereignis	Wasserstand [mNN]
MN7Q	38,22
MQ	38,33
HQ_5	40,98
HQ_{25}	42,16
HQ_{100}	42,91
HQ_{250}	43,19

Die in Tabelle 4.12 dargestellten Wasserstände zeigen, dass etwa ab einem 25-jährlichen Ereignis in der Lippe die Gefällestrecke vollständig rückgestaut ist. Aufgrund der vergleichsweise geringen Wasserstandsänderung in der Lippe sind die resultierenden Strömungskräfte im Bereich der Gefällestrecke gering, so dass hier keine erosiven Schäden erwartet werden. Der 100-jährliche Wasserstand ist mit 42,9 mNN angegeben. Diese Höhe entspricht in etwa der Höhe *Am Sternbusch*. Im 250-jährlichen Ereignis wird der Wasserstand in der Lippe von 43,19 mNN erreicht und ist somit fast auf dem Niveau der Sohlanhebung in der Stever. Um das Eindringen von Lippewasser in die Neue Stever bei den extremen Ereignissen zu verhindern, ist an dem Durchlass der K9 eine Vorrichtung zur Aufnahme von Dammbalken vorgesehen.

Die Neuen Stever ist als sandgeprägter Tieflandbach geplant. Demzufolge ist der Transport von Sand typkonform und erwünscht, dies bedingt auch einen Eintrag von Sand in die Lippe. Selbst im Falle von größeren Hochwasserabflüssen der Neuen Stever bleibt sie in ihrem Bett, lediglich bei gleichzeitig erhöhten Lippewasserständen kann es zu einem kleinräumigen Überstau des Lippevorlandes, in welchem dann geringe Mengen Sand der Neuen Stever sedimentieren, kommen. Die Lippe selbst ufert ab einem HQ_5 aus und überströmt ihrerseits die Lippeaue. In

Abhängigkeit der Strömungsverhältnisse kann die Lippe das sedimentierte Material aufnehmen und stromabwärts transportieren oder aber auch eigene Sedimente ablagern. Aufgrund der Größenverhältnisse von Lippe zur Neuen Stever erscheinen die Sedimentfrachten der Neuen Stever vernachlässigbar.

4.10 Auswirkungen auf die Grundwasserverhältnisse

Die geplanten Trasse der Neuen Stever führt über land- und forstwirtschaftliche Flächen sowie bereits heute vorhandene Gewässerlaufe. Die Neue Stever schneidet in das vorhandene Gelände ein, bei entsprechender Tieflage taucht sie in den heutigen Grundwasserkörper ein.
Durch diese Interaktion sind Änderungen der Grundwasserverhältnisse möglich. Um die Auswirkungen zu ermitteln und zu quantifizieren, wurde ein Grundwassermodell erstellt. Im Folgenden sind die Ergebnisse und Auswirkungen beschrieben.

4.10.1 Verhältnisse im Ist- und Planungszustand

Für den Planungsraum wurde ein Grundwassermodell erstellt. Das Modell wurde als Zweischichtenmodell konzipiert, die Schichtenfolge und Mächtigkeit wurde aus der geologischen Karte und auf Basis der Bohrprofile von Grundwassermessstellen (siehe Kapitel 2.1.4) abgeleitet. Die Grenzen des Modells wurden so gewählt, dass die geplanten Maßnahmen auf die Randbedingungen praktisch keine Auswirkungen haben.
Zur Modellerstellung und zur Kalibrierung konnte auf ein relativ dichtes Messnetz zurückgegriffen werden, Abbildung 4.11 zeigt die Grundwassermessstellen im Planungsraum.

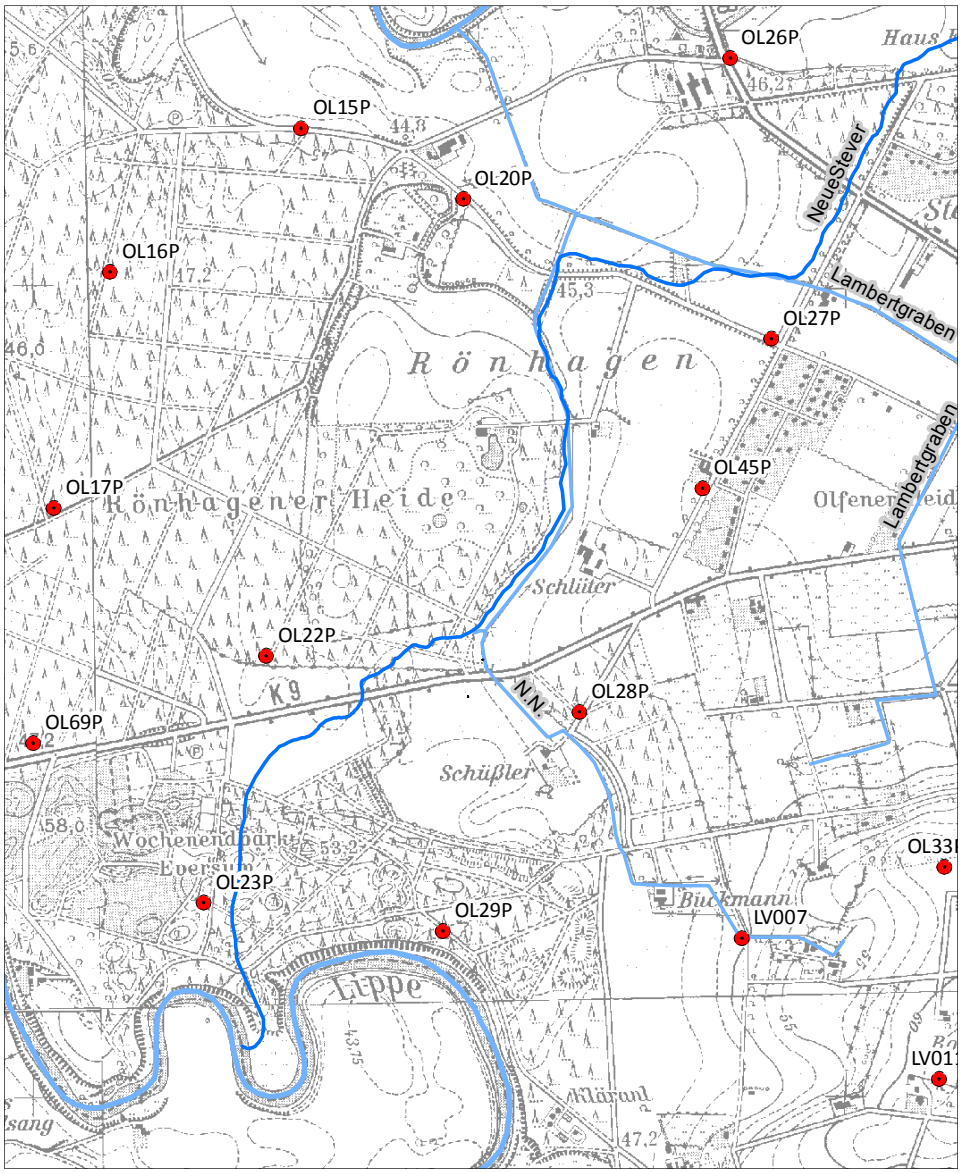


Abbildung 4.11: Lage der Grundwassermessstellen im Planungsraum

Die Messreihen der einzelnen Messstellen haben sehr unterschiedliche Längen und zeitliche Auflösung, insgesamt decken sie einen Zeitraum von 1990 bis 2008 ab. In Abbildung 4.12 sind exemplarisch einige Ganglinien dargestellt. Der Jahresgang ist an allen Messstellen gut erkennbar, die tiefsten jährlichen Grundwasserstände werden meist im November oder Dezember erreicht, das Maximum liegt in der Regel im April oder Mai. Die jährlichen Grundwasserschwankungen liegen häufig im Bereich von 1 m, zwischen trockenen und nassen Phasen werden aber auch 2 m erreicht.

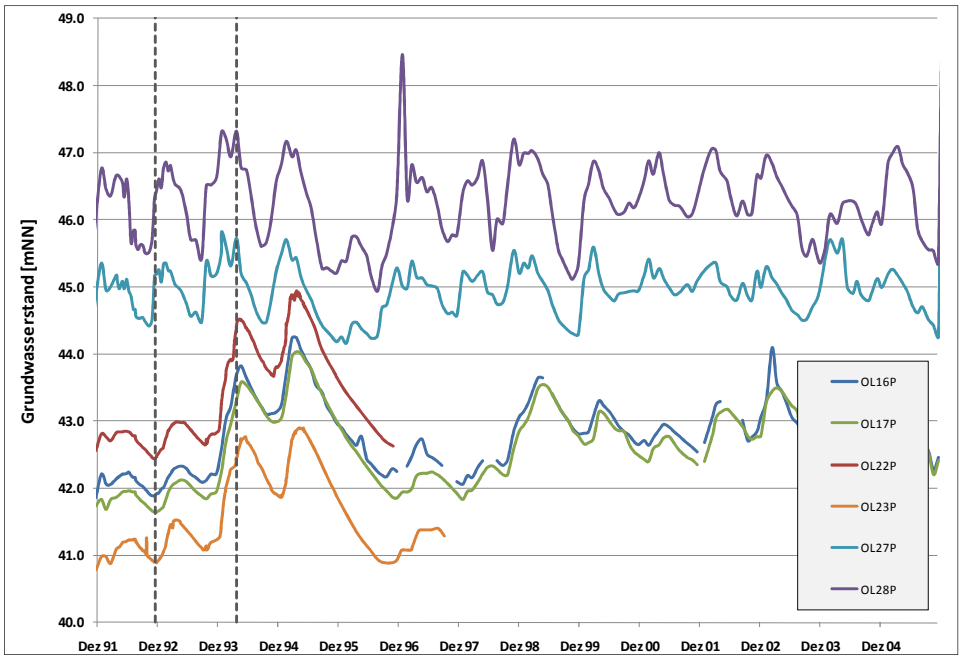


Abbildung 4.12: Ausgewählte Grundwasserganglinien (Messwerte) im Planungsraum

Zur Untersuchung der Grundwasserverhältnisse und Auswirkungen der Maßnahmen wurden trockene und nasse Verhältnisse ausgewählt, um die maximalen Einflüsse quantifizieren zu können. Als trockene Phase wurde der Dezember 1992, als nasse der April 1994 gewählt.

Hierauf basierend wurde das Grundwassermodell kalibriert, in Abbildung 4.13 und Abbildung 4.14 sind die berechneten Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten dargestellt.

Bei den hohen Grundwasserverhältnissen (Abbildung 4.13) strömt das Grundwasser allen Gräben zu. Insbesondere der von Süden kommende, unbenannte Graben senkt den Grundwasserspiegel zwischen dem Alten Postweg und dem Haus Schlüter deutlich ab. Vom Bonberg ausgehend strömt das Grundwasser im Wesentlichen westlich zur Lippe oder in nordwestliche Richtung zur Stever. Die in Kapitel 2.1.4 beschriebene Grundwasserscheide ist auch hier sehr gut erkennbar, obschon durch den Einfluss der dränierenden Gräben das Bild etwas inhomogener ist. Des Weiteren ist, bedingt durch die im Vergleich zu Kapitel 2.1.4 höheren Grundwasserstände, eine Verschiebung der GW-Scheide in südliche Richtung zu verzeichnen.

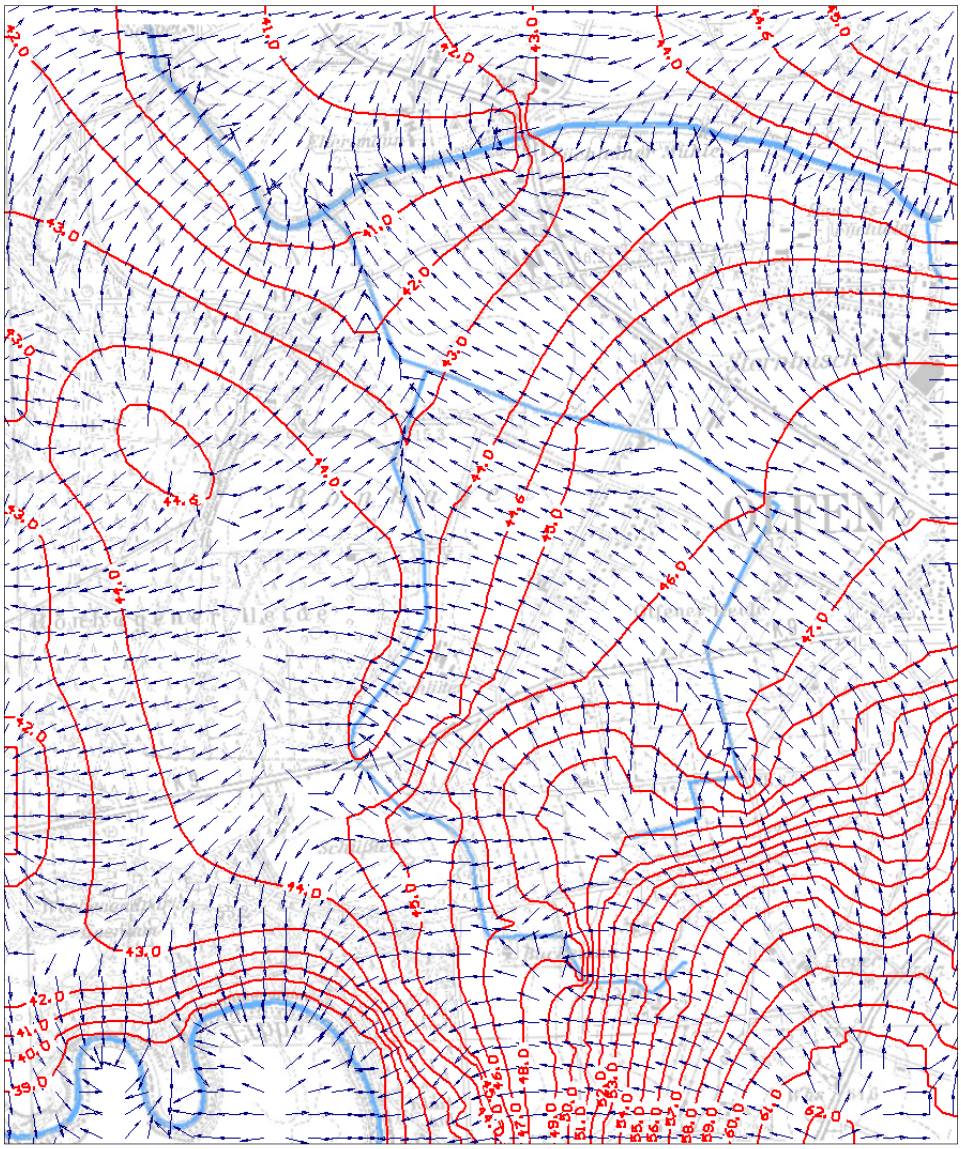


Abbildung 4.13: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Istzustand bei hohen GW-Verhältnissen

Auch bei den in Abbildung 4.14Abbildung 4.14 dargestellten niedrigen Grundwasserverhältnissen sind die Hauptfließrichtungen die gleichen wie bei den hohen Verhältnissen. Wegen des größeren Flurabstandes tauchen die Gräben jedoch meist nicht in das Grundwasser ein, so dass eine Dränung des Grundwassers nur in einigen Abschnitten erfolgt. Sofern die Gräben Wasser führen würden, würde die Versickerung aus den Gräben eine Stützung des Grundwassers bedingen. Dieser Effekt ist im oberen Bereich des Lambertgrabens zu erkennen, die Auswirkungen sind aber relativ kleinräumig, so dass auch bei fehlendem Abfluss im Lambertgraben die GW-Verhältnisse für den eigentlichen Planungbereich praktisch unverändert blieben.

Der Vergleich zwischen Abbildung 4.13 und Abbildung 4.14

Abbildung 4.14: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Istzustand bei niedrigen GW-Verhältnissen

zeigt, dass sich die Grundwasserscheide zwischen Lippe und Stever mit steigenden Grundwasserständen insbesondere westlich des unbenannten Grabens Richtung Süden verschiebt.

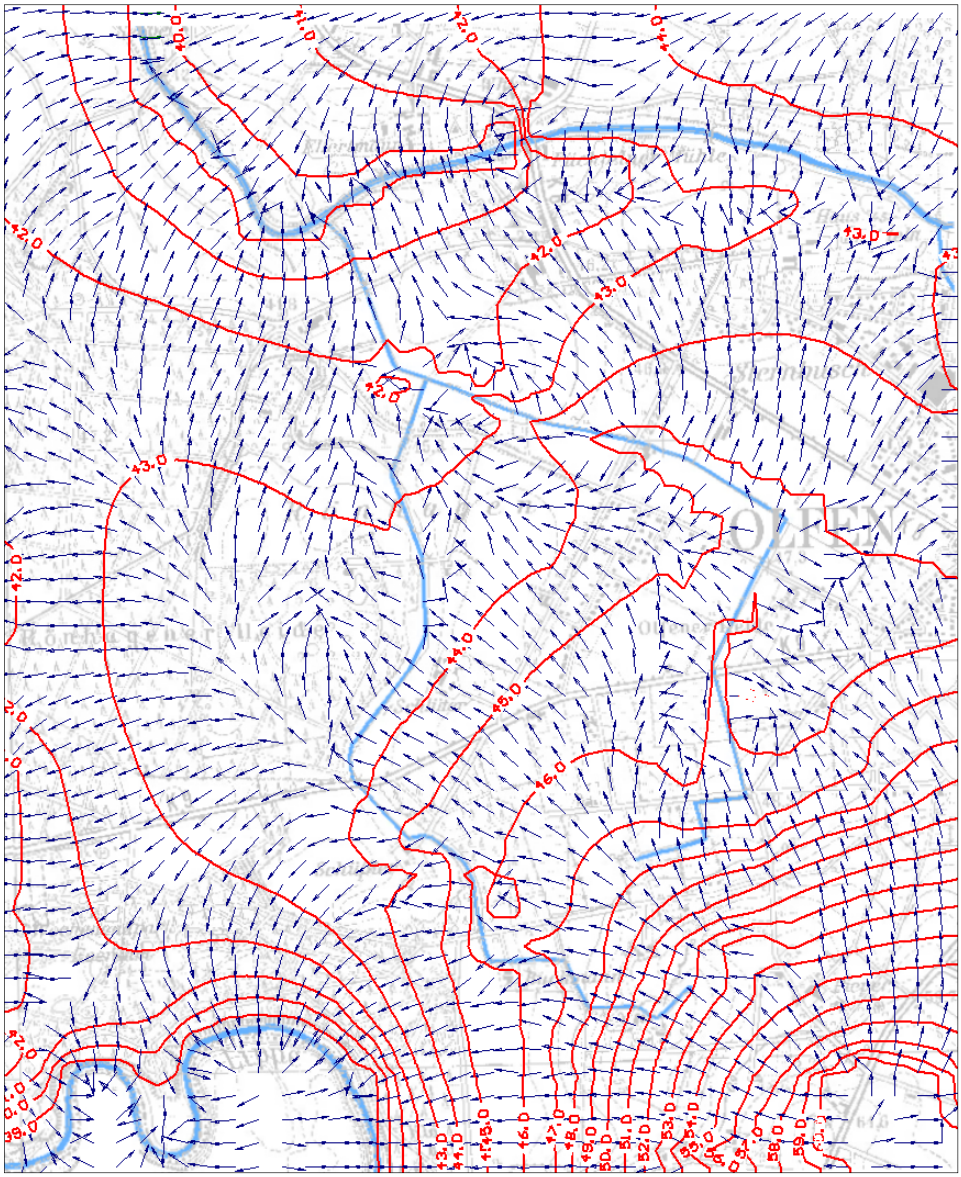


Abbildung 4.14: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Istzustand bei niedrigen GW-Verhältnissen

Um die Auswirkungen der Planungen auf die Grundwasserverhältnisse zu ermitteln, wurde das Modell des Planungszustandes erstellt. Dieses Modell basiert auf dem Istzustands-Modell, in welches die Neue Stever integriert wurde. Ergänzend hierzu wurden die heutigen Gräben gemäß den Planungen modifiziert, d.h. der untere Lambertgraben wurde vom

oberen abgekoppelt und der unbenannte Graben im Bereich der K9 in die Neue Stever geleitet. Die nach der Umsetzung der Planung resultierenden Verhältnisse sind in Abbildung 4.15 und Abbildung 4.16 dargestellt.

Im Falle hoher Grundwasserverhältnisse ist der Einfluss der Neuen Stever gut erkennbar. Im Bereich des Alten Postweges liegt die Sohle der Neuen Stever in etwa auf dem Niveau der Sohle des heutigen unbenannten Grabens, der Grundwasserstand liegt im Ist- wie auch im Planungszustand bei rund 43 mNN. Während im Planungszustand die Sohle der Neuen Stever von hier in südliche Richtung fällt, steigt die Sohle des heutigen Grabens an. Da die Neue Stever das anstehende Grundwasser aufnimmt, folgt der gewässernahe Grundwasserstand in etwa dem Niveau der Neuen Stever. Südlich der K9 fällt der Grundwasserspiegel infolge des Lippeeinflusses ab, die Neue Stever schneidet zunehmend geringer in das Grundwasser ein. Die dränende Wirkung lässt nach, im Bereich der Gefällestrecke ist sie praktisch nicht mehr vorhanden. Nördlich des Alten Postweges bis hin zur Stever liegt die Neue Stever im Grundwasser und bedingt somit eine Absenkung im Nahbereich.

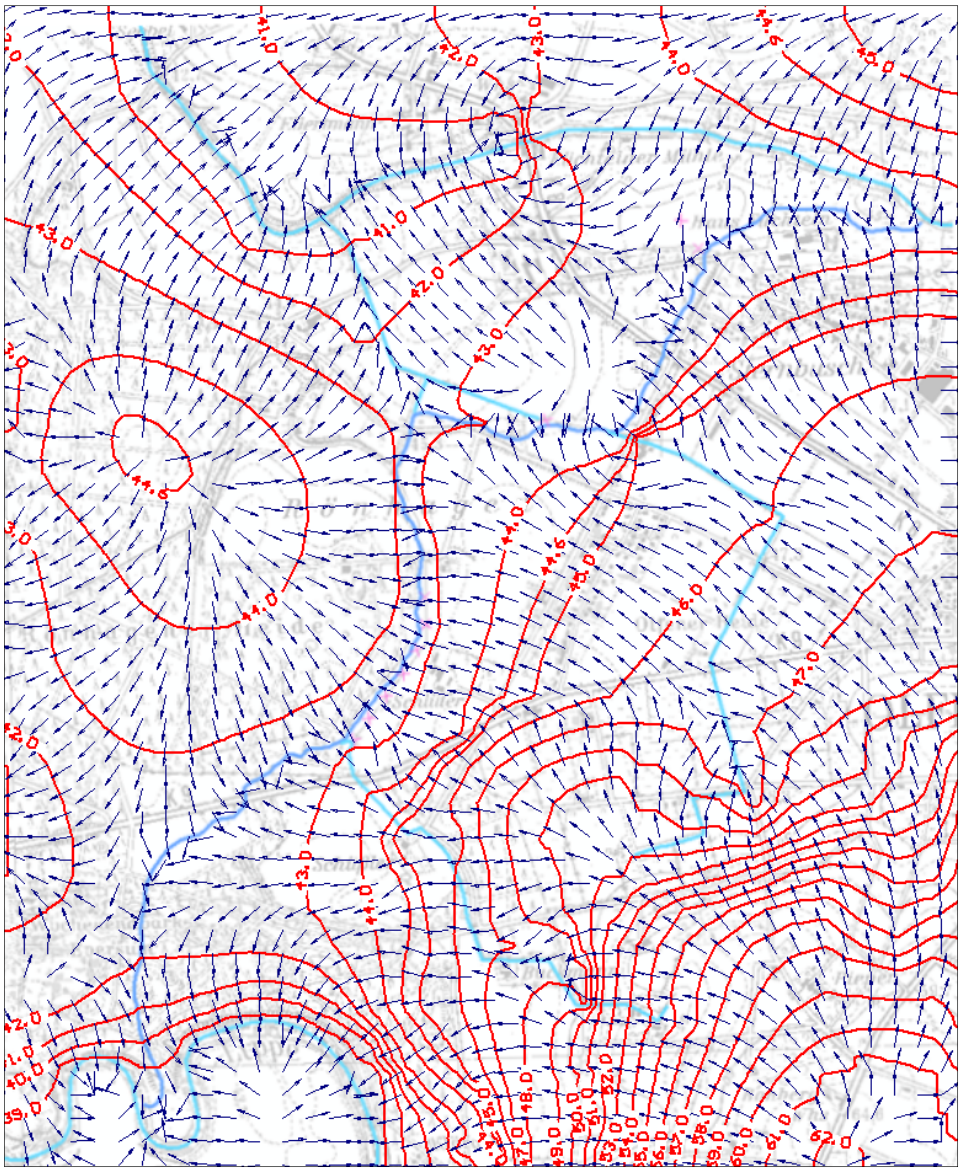


Abbildung 4.15: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Planungszustand bei hohen GW-Verhältnissen

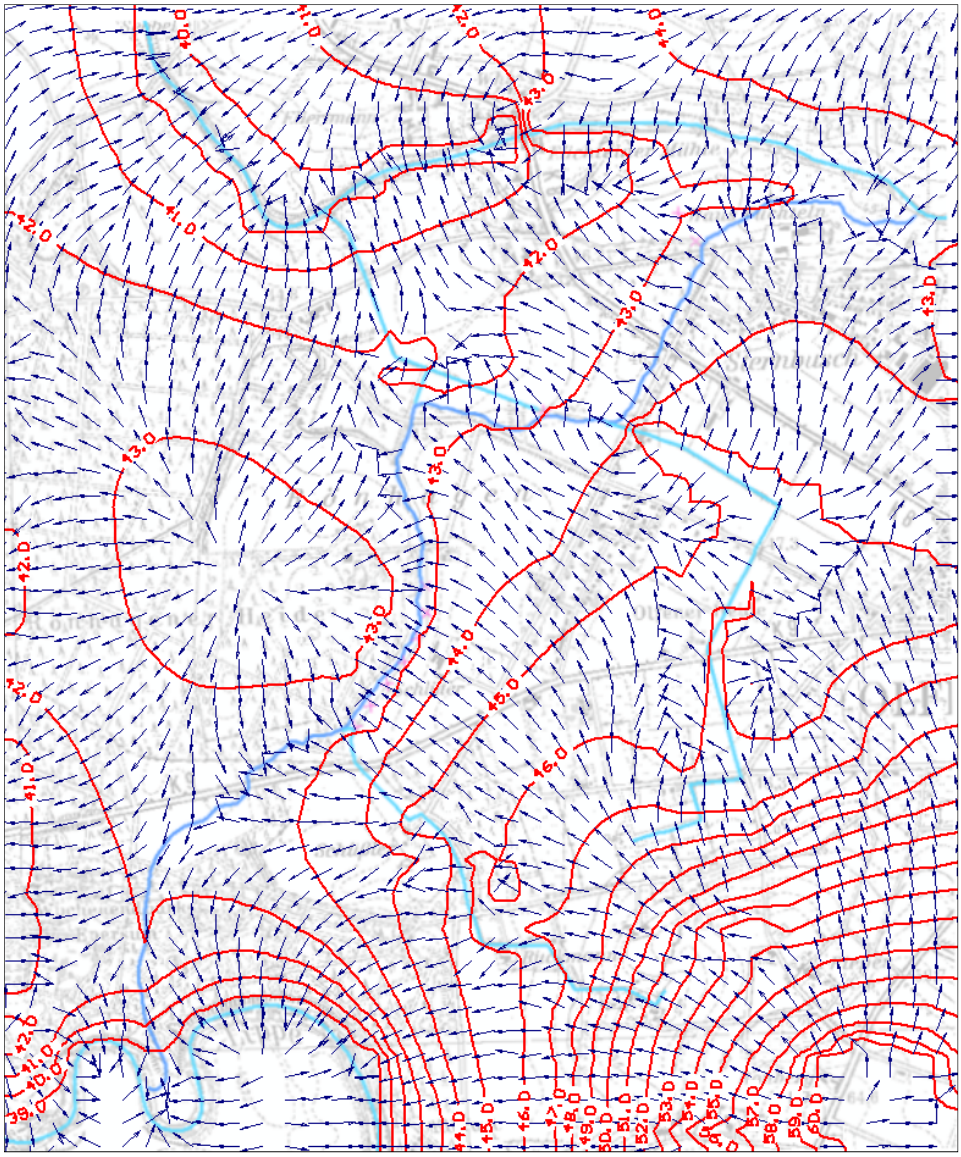


Abbildung 4.16: Berechnete Grundwassergleichen und Fließgeschwindigkeiten, Planungszustand bei niedrigen GW-Verhältnissen

Bei niedrigen Grundwasserverhältnissen bedingt die Neue Stever ebenfalls Änderungen der Grundwasserverhältnisse, diese sind jedoch wesentlich geringer als bei hohen GW-Ständen. Der Einflussbereich liegt vorwiegend im Nahereich der Neuen Stever. Südlich der K9 liegt der Grundwasserstand unter der Sohle der Neuen Stever, hier exfiltriert sie ins Grundwasser. In Abbildung 4.17 ist die infolge der geplanten Maßnahmen resultierende Absenkung des Grundwasserspiegels dargestellt.

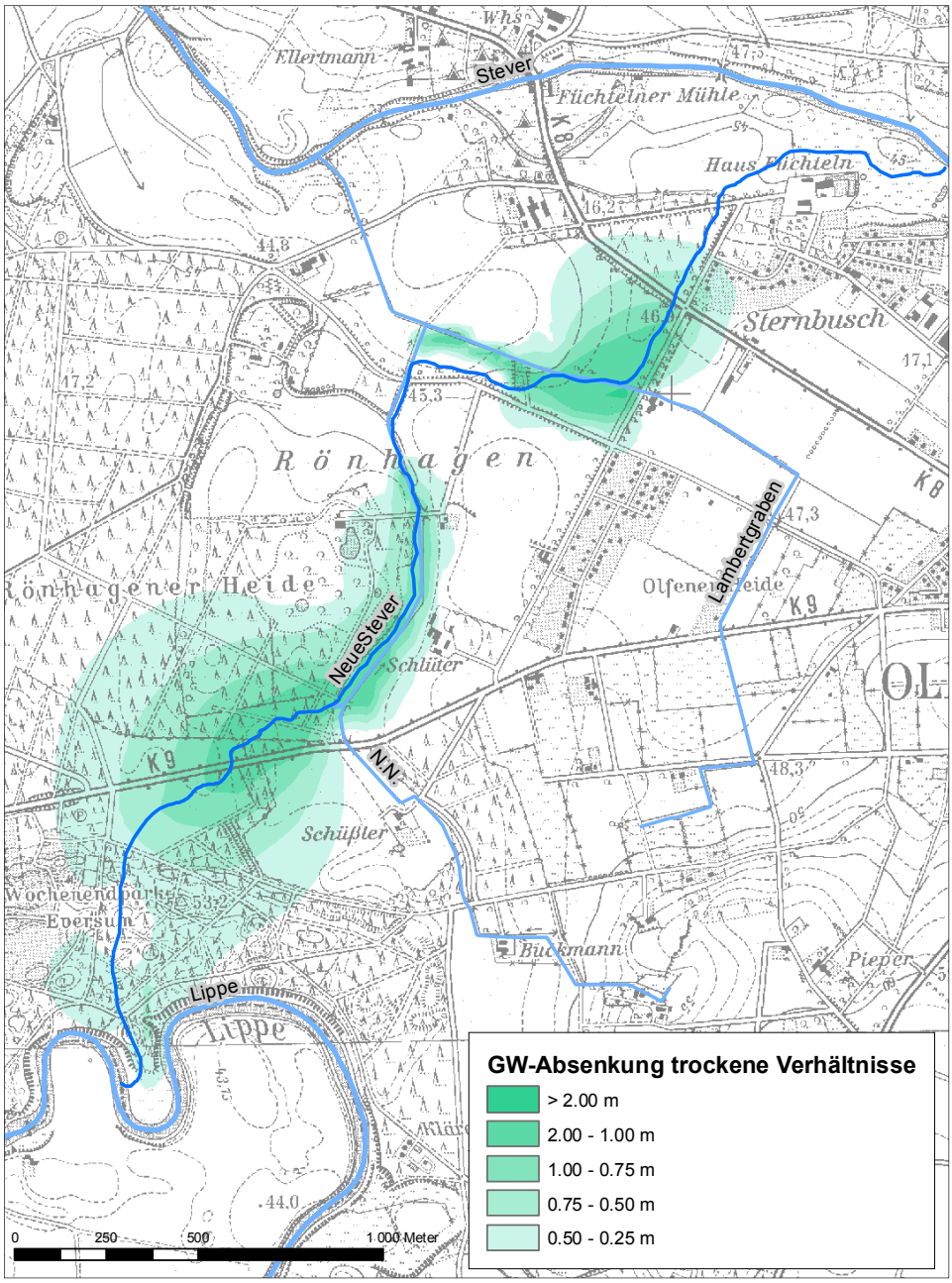


Abbildung 4.17: Veränderung des Grundwasserspiegels infolge der Maßnahmen (bei niedrigen GW-Verhältnissen)

Aufgrund der relativ kleinräumigen Auswirkungen der Maßnahmen auf die Grundwasserverhältnisse sind mögliche Beeinflussungen auf die Flächen in Gewässernähe beschränkt. Im Prinzip können Beeinträchtigungen hinsichtlich Flora/Fauna, in Bezug zur Wasserversorgung bei Eigenentnahme (siehe Kapitel 4.10.2) sowie auf die Standsicherheit von Gebäuden (siehe Kapitel 4.10.3) stattfinden.

Für Flora und Fauna ist der Flurabstand maßgeblich. Der Grundwasserstand, somit auch der Flurabstand unterliegt natürlich bedingten Schwankungen (siehe Abbildung 4.12), im Planungsraum betragen diese im Laufe eines Jahres häufig 1 m, zeitweilig erheblich mehr. Durch die Maßnahme wird der Grundwasserstand in Bezug zum heutigen Stand in längeren Abschnitten abgesenkt, in einigen Bereichen bleibt er praktisch unverändert (vergleiche Abbildung 4.17). Da die Absenkungen bei nassen Verhältnissen etwas größer sind als bei trockenen, nimmt die Schwankungsbreite des Grundwasserspiegels ab. Insgesamt befindet sich der Grundwasserspiegel in den beeinflussten Bereichen auf etwas niedrigerem Niveau als heute.

Der mögliche Einfluss von Grundwasserstandsänderungen auf die Vegetation kann über den resultierenden Flurabstand ermittelt werden. Für niedrige Grundwasserstände ist der Grundwasserflurabstand im Istzustand in Abbildung 4.18, der im Planungszustand in Abbildung 4.19 dargestellt. Die Flurabstände nehmen insbesondere im Bereich Schlüter zu, in den übrigen Bereichen sind die Änderungen gering. In der Abbildung 4.20 und der Abbildung 4.21 sind die Flurabstände für mittlere Grundwasserverhältnisse wiedergegeben. Die Auswirkungen auf die Vegetation sind gering, Näheres siehe UVS-Bericht (Kapitel 5.2).

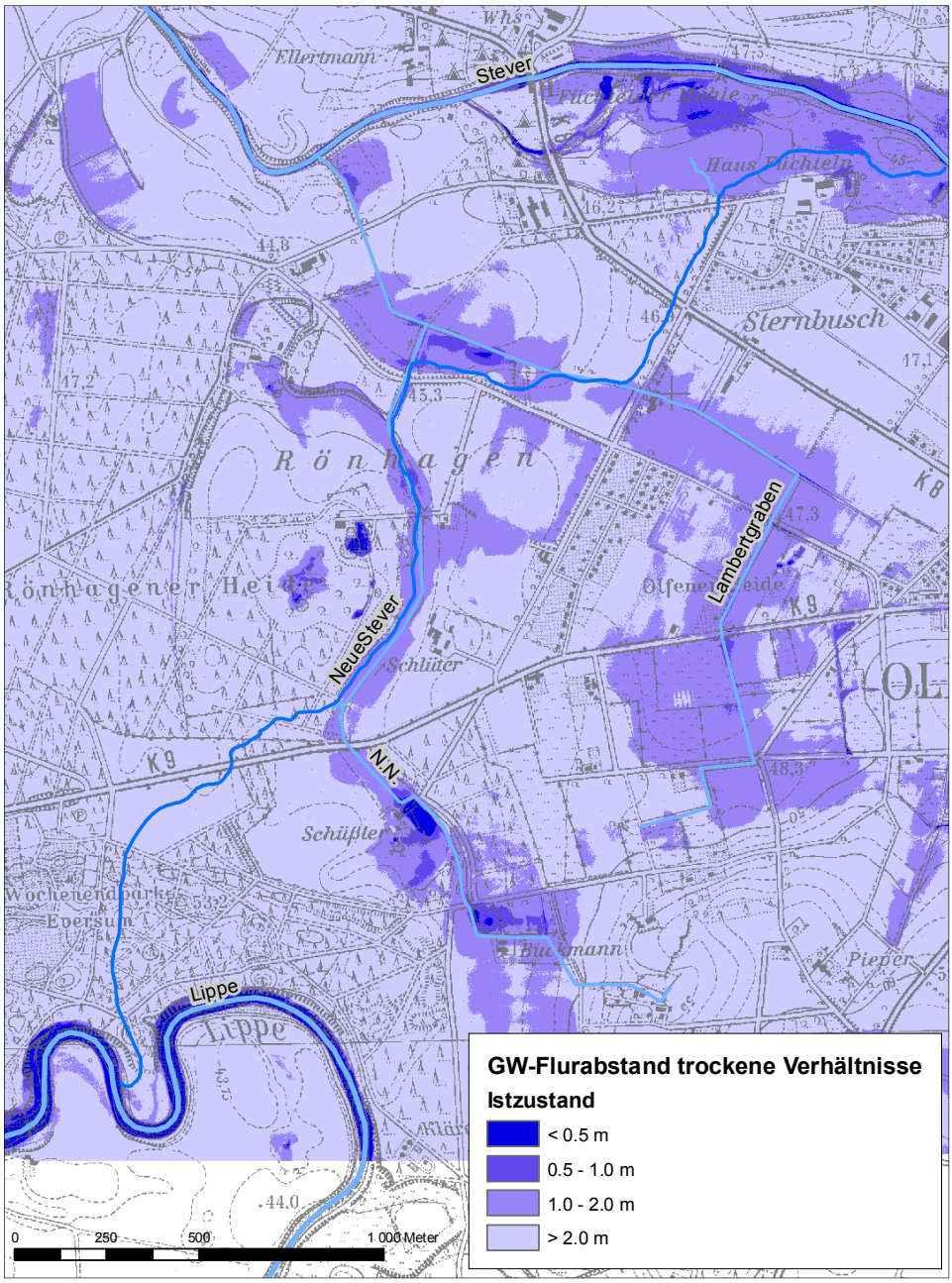


Abbildung 4.18: Grundwasserflurabstände im Istzustand bei niedrigen GW-Verhältnissen

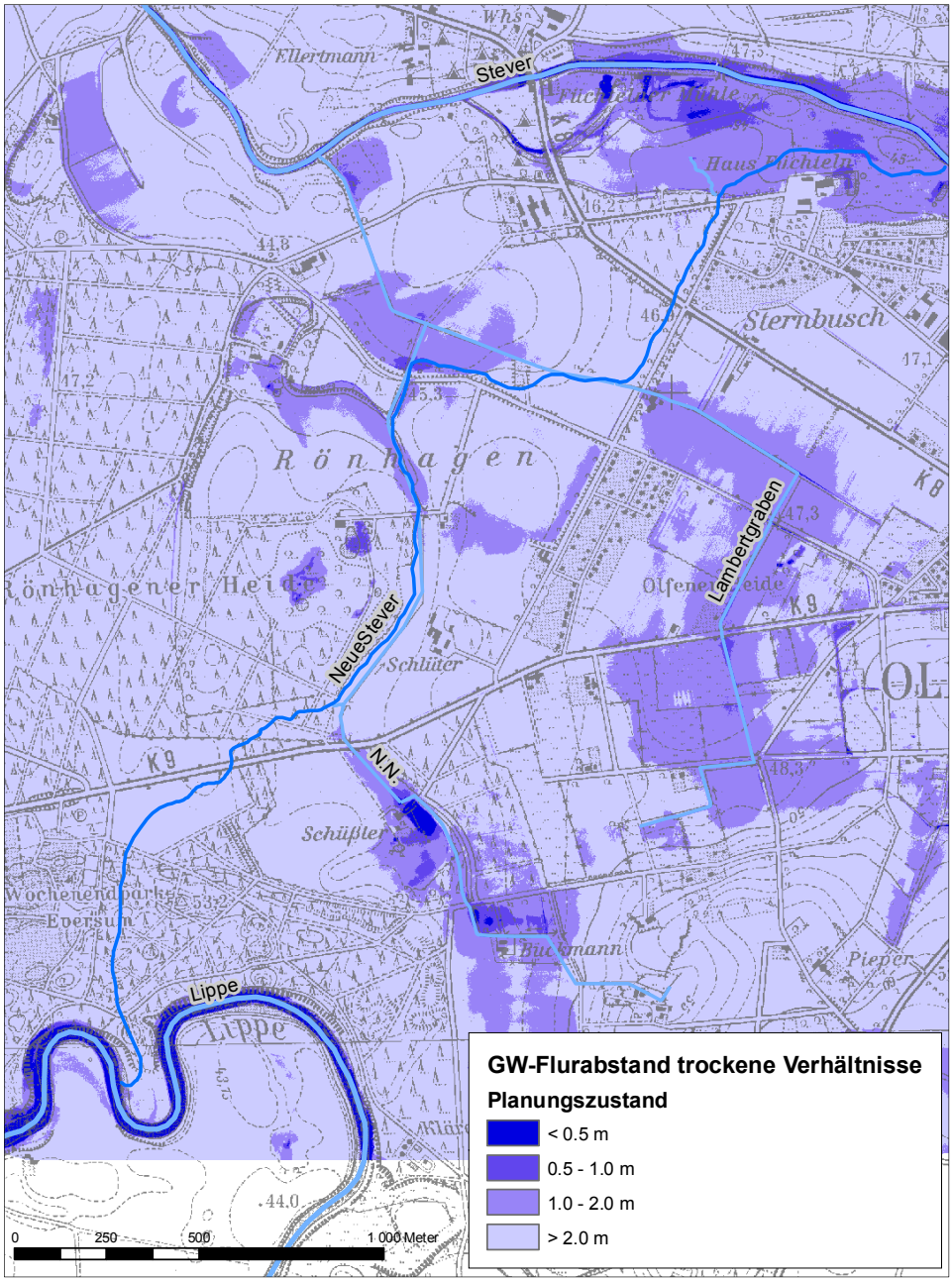


Abbildung 4.19: Grundwasserflurabstände im Planungszustand bei niedrigen GW-Verhältnissen

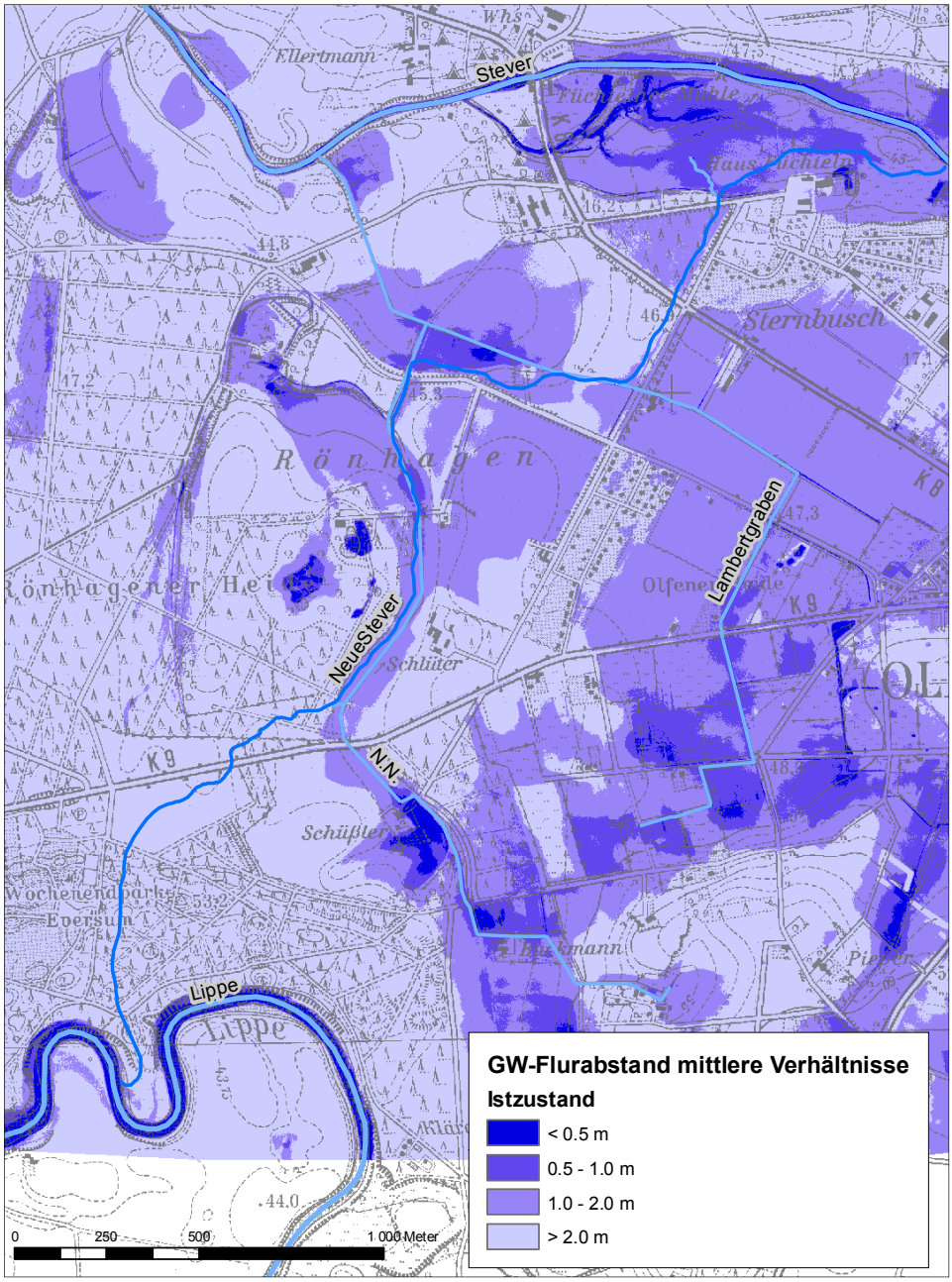


Abbildung 4.20: Grundwasserflurabstände im Istzustand bei mittleren GW-Verhältnissen

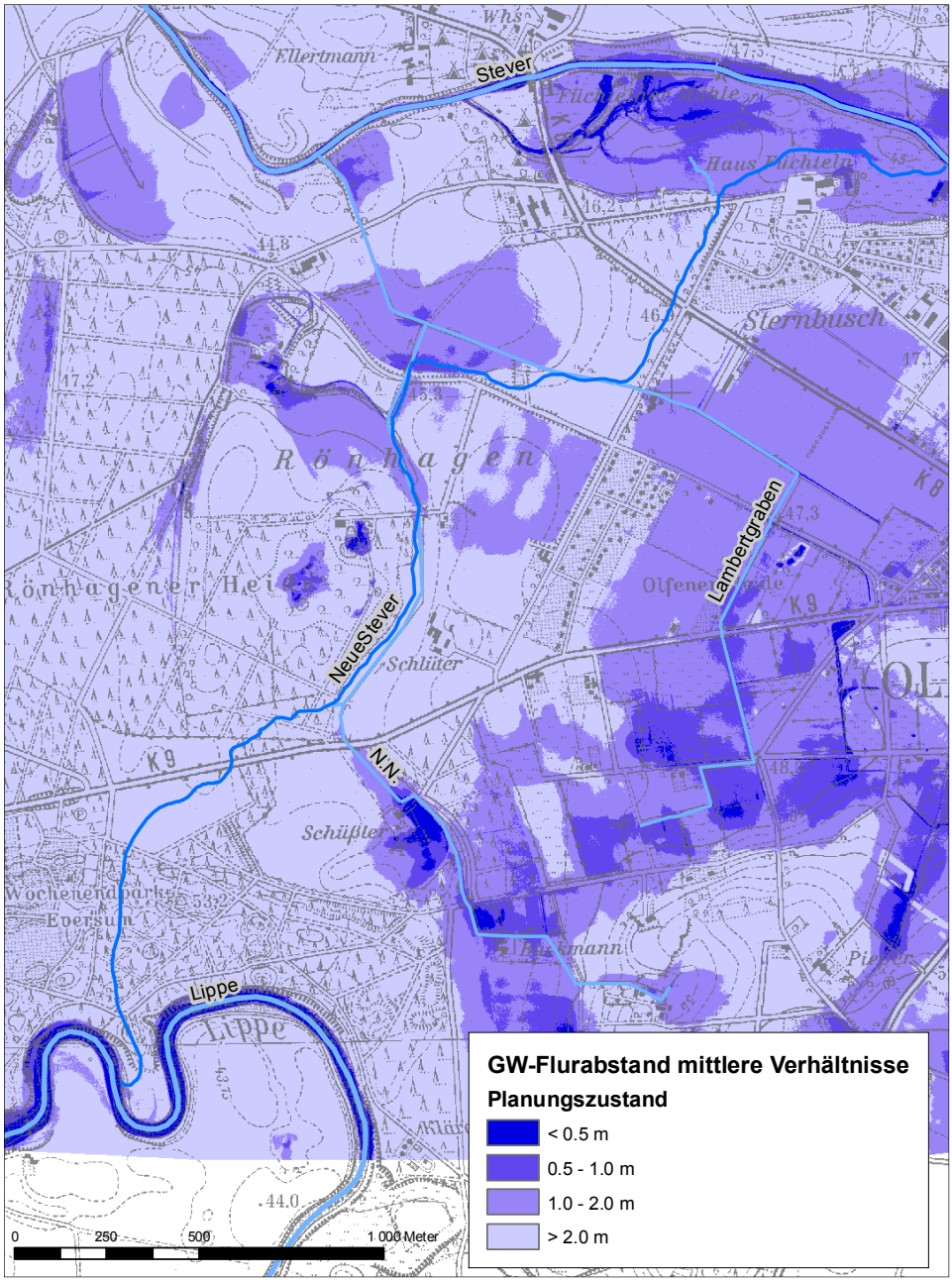


Abbildung 4.21: Grundwasserflurabstände im Planungszustand bei mittleren GW-Verhältnissen

4.10.2 Eigenentnahmen von Grundwasser

Gemäß § 46, Abs. 1 WHG darf Grundwasser zur Eigenversorgung entnommen werden, ohne dass es hierzu einer Erlaubnis oder Bewilligung bedarf. Im Grundwassereinzugsgebiet bzw. im Einflussbereich der Neuen Stever sind solche Entnahmestellen vorhanden. Informationen

hierzu wurden auf Anfrage durch den Kreis Coesfeld - Abt. 53 - Untere Gesundheitsbehörde zur Verfügung gestellt.

Die von der Behörde gelieferten Informationen zu den Eigenversorgern im Untersuchungsraum wurden aus Datenschutzgründen anonymisiert bereitgestellt und beinhalten Angaben zur Anzahl vorhandener Wasserversorgungsanlagen (teilweise mit Brunnentiefen und Fördermengen) je Straße. Nachfolgende Tabelle zeigt die Übersicht der Straßen im Olfener Stadtgebiet mit der Anzahl vorhandener Entnahmestellen sowie die dort bekannten Brunnentiefen und Fördermengen.

Tabelle 4.13: Grundwasserentnahmestellen der Eigenversorger

Straßenname	Anzahl WVA	Brunnentiefen und Fördermengen (soweit bekannt)
Alleeweg	3	16 m, 40m
Alter Postweg	7	35 m, 30m, 30m, 9m
Eversumer Straße	6	10m, 21m, 30m, 30m, 30m
Fehlgang	3	14m, 18m
Hohe Lüchte	7	18m, 30m, 20m, 5m, 40m, 8m
Kökelsumer Straße	37	22m, 28m, 24m, 28m, 25m, 34m, 28m, 36m, 40m, 18m, 12m, 25m, 50m, 35m, 28m, 30m, 30m, 6m
Kreuzstraße	2	8m (Fördermenge: 849 m³) und 12m
Kurbaum	2	25m und 50 m
Niekamp	2	48m und 10m
Springenkamp	1	30m
Sternbusch	15	30m, 13m, 8m, 43m, 42m, 39m, 38m, 8m, 34m, 8m, 30m, 30m, 30m (Fördermenge: 858m³)
Steverstraße	6	8m, 8m, 30-40m, 6m
Zur Schafsbrücke	7	32m, 15m und 18m

Zur Abschätzung der möglichen Beeinflussung ist die Tieflage der Verfilterung der Brunnen relevant. Hierzu liegen jedoch keine Daten vor: Es wurde angenommen, dass die Verfilterung im unteren Bereich der jeweiligen Brunnen liegt. Da auch die genaue Lage der einzelnen Entnahmestellen nicht bekannt ist, kann hier lediglich eine Abschätzung zur Betroffenheit erfolgen. In Tabelle 4.13 sind die Brunnentiefen

aufgelistet, die mittleren Tiefen liegen bei knapp 25 m, die meisten (Median) weisen eine Tiefe von 28 m auf.

Im heutigen Zustand sind natürliche Grundwasserstandsschwankungen vorhanden, für eine etwaige negative Beeinflussung der Entnahmen sind insbesondere die aus den Maßnahmen resultierenden etwaigen Absenkungen der niedrigen Grundwasserstände maßgebend. In Abbildung 4.17 ist die zu erwartende Absenkung dargestellt, in Abbildung 4.18 ist der heutige Flurabstand, in Abbildung 4.19 der im Planungszustand zu sehen. Da die zu erwartenden maximalen Absenkungen des GW-Spiegels im Gewässernahbereich bis zu 2 m betragen, ist für die meisten Anlagen keine negative Auswirkung zu erwarten. Zu den Brunnen mit den geringsten Tiefen sind in Tabelle 4.14 nähere Ausführungen zusammengestellt.

Tabelle 4.14: Auswirkungen auf Grundwasserentnahmestellen der Eigenversorger mit geringer Tiefe

Straßenname	Minimale Brunnentiefe	Betroffenheit
Hohe Lüchte	5 m	Keine GW-Absenkungen zu erwarten
Kökelsumer Straße	6 m	Maximale GW-Absenkung bei Querung der Neuen Stever ca. 0,8m, im Bereich der östlich gelegenen Bebauung ca. 0,1 m. Der Flurabstand bei niedrigen Verhältnissen im Bereich des östlichen Gebäudes ändert sich von rund 2,5 auf 2,6 m.
Steverstraße	6 m	Keine GW-Absenkungen zu erwarten
Sternbusch	8 m	Bei niedrigen Verhältnissen beträgt der Grundwasserflurabstand etwa 3 m. In der Nähe der Neuen Stever beträgt die maximale Absenkung etwa 0,7 m, der Einflussbereich nimmt in nord-östliche Richtung ab.

Resümierend kann davon ausgegangen werden, dass keine signifikanten Auswirkungen auf die Eigenversorgung entstehen werden.

4.10.3 Abschätzung der Grundwasserveränderungen auf Setzungen

Durch Absenkungen des Grundwasserspiegels verliert der Boden an Auftrieb, sodass es zu einer Erhöhung der Auflast und somit zu Span-

nungen im Korngerüst kommt. Erfolgt dies unterhalb von Gebäuden kann dies zu Setzungen der Gebäude führen. Sofern eine Setzung gleichmäßig erfolgt, hat dies in der Regel keine schädliche Auswirkung auf Gebäude. Wenn sie z.B. infolge von „Störungen“ im Untergrund nicht gleichmäßig erfolgen, sondern zu einer Verdrehung führen, kann dies nachteilige Folgen haben.

Im Planungsraum bzw. im Einflussbereich der Grundwasserstandsänderungen herrschen sandige Böden vor. Bei nichtbindigen Böden treten Setzungen in der Regel mit der Lastaufbringung auf, in Bezug auf die bestehenden Gebäude somit während der Bauphase. Bei nachfolgenden Lastwechseln (Entlastung und Wiederbelastung) wie sie z.B. durch die vorhandenen Grundwasserschwankungen verursacht werden, sind die resultierenden Setzungen aufgrund der bereits verdichteten Bodenverhältnisse verhältnismäßig gering. Erfolgt über diesen „normalen“ Wechsel hinaus eine Auflasterhöhung, kann dies zu einer weiteren Setzung führen.

Für die Berechnung von Setzungen wird angenommen, dass zusätzliche Spannungen aus Auflasten nicht mehr relevant sind, wenn sie ein bestimmtes Maß unterschreiten. Gemäß DIN 4019 “Setzungsberechnung“ ist dieses Maß - die Grenztiefe - dort definiert, wo die Spannungen aus der Auflast kleiner werden als 20 % des (effektiven) Überlagerungsdrucks aus Bodeneigengewicht.

Diese Setzungen infolge Grundwasserabsenkungen können über den Ansatz der „spezifischen Setzung“ nach Christow (SIMMER, 1980) vereinfacht abgeschätzt werden. Die Eingangsgrößen für das Verfahren sind neben dem Steifemodul die zu untersuchende Bodenschicht , die Grenztiefe sowie die Grundwasserabsenkung. Für den im Planungsgebiet vorherrschenden Sandboden kann das E-Modul zwischen etwa 12 und 40 MN/m², unter anderem in Abhängigkeit der Lagerungsdichte, variieren. Für die hier durchgeführte Abschätzung wurde 20 MN/m² (mittlere Lagerungsdichte) gewählt. Die Grenztiefe liegt gemäß o.g. Verfahren zwischen 10 m und 20 m.

Der Grundwasserstand unterliegt natürlichen Schwankungen. In den durch die Maßnahmen betroffenen Bereichen liegen diese Schwankungen im Istzustand bei etwa 0,4 m (Bereich *Haus Schlüter*) und bei bis zu 1,5 m (Bereich *Sternbusch*). Durch das Anlegen der Neuen Stever sinkt

der Grundwasserspiegel in bebauten Gebieten (Vergleich mittlerer Grundwasserstände zwischen Ist- und Planzustand) um 0,5 m (Bereich *Haus Schlüter*) bis maximal 1,0 m (Bereich *Sternbusch*). Daraus können, o.g. Bodeneigenschaften vorausgesetzt, durch die Baumaßnahme Setzungen von bis zu 10 mm induziert werden.

Als zweite Methode zur Abschätzung der Setzungen wurde eine im Grundbau ebenfalls verwendete Methode auf Basis des Hooke´schen Gesetzes angewandt. Da sich die Last im Boden über das Bodengefüge auf eine größer werdende Fläche verteilt, nimmt die Spannung mit zunehmender Tiefe ab. Um das Integrieren der Spannungsfläche zu vermeiden, werden häufig „Direkte Setzungsformeln“ verwendet, bei welcher ein Setzungsbeiwert (als Funktion der Gebäudegröße und Grenztiefe) berücksichtigt wird (siehe z.B. FRANK, 2012). Bei Ansatz des selben E-Moduls (20 MN/m²) berechnen sich nach dieser Methode die Setzungen von bis zu 4 mm und liegen deutlich unter den Werten nach Christow.

Wie erwähnt, verursachen gleichmäßige Verdichtungen respektive Setzungen unter einem Bauwerk im Allgemeinen keine Schäden. Schäden wie Risse etc. entstehen vorwiegend durch ungleichmäßige Setzungen und hieraus resultierende Bauwerksspannungen infolge von Verwindungen und Drehungen. Die Festlegung zulässiger Setzungen hängt im Wesentlichen mit den Setzungsunterschieden zusammen. Gemäß (FRANK, 2012)sind in der Literatur Winkelverdrehungen (definiert als Setzungsdifferenz an einem Gebäude dividiert durch Länge des Bauwerkes) von kleiner 1/600 vollkommen unkritisch, zur „Vermeidung jeglicher Risse“ sind Verdrehungen kleiner als 1/500 zu gewährleisten. Unter der Annahme, dass die hier abgeschätzten maximalen Setzungen an einer Gebäudeseite auftreten, die andere Seite sich nur zur Hälfte setzt, könnte der Grenzwert „1/600“ zur Vermeidung von Schäden sicher eingehalten werden.

Gemäß diesen Abschätzungen sind keine Schäden an Gebäuden zu erwarten.

4.11 Unterhaltungsweg

Entlang der Neuen Stever ist ein Unterhaltungsweg vorgesehen. Dieser beginnt südlich des *Alten Postwegs* bei Station 2+431 und verläuft am linken Ufer bis kurz vor die Mündung in die Lippe. Der Weg dient dem Zweck der Gewässerunterhaltung, im südlichen Planungsraum dient er darüber hinaus der Erschließung der in der Lippeaue vorhandenen Wiesenfläche, die mit landwirtschaftlichem Gerät (z.B. für Mäharbeiten) weiterhin erreichbar sein muss.

Der Unterhaltungsweg wird mit einer Breite von 3 m hergestellt und erhält einen ganzjährig befahrbaren, naturnahen Aufbau aus Schotterrasen.

4.12 Überschwemmungsflächen HQ_{100}

Die Hochwasserabflüsse in der Neuen Stever werden im Wesentlichen durch die Abgabe aus der Stever, den Einleitungen von versiegelten Flächen und dem Eigenhochwasser aus dem natürlichen Einzugsgebiet bestimmt.

Die Abgabe aus der Stever wird am Regelungsbauwerk im Oberlauf der Neuen Stever (siehe Kapitel 4.6) bei extremen Wasserständen der Stever auf 1,56 m³/s begrenzt.

Die maximalen Abflüsse in der Neuen Stever werden durch den Zufluss aus der Stever sowie Niederschlagswassereinleitungen und in der Fläche entstehende Abflüsse bedingt. In Abbildung 4.22 ist der hydrologische Längsschnitt der Neuen Stever dargestellt. Unter Ansatz des 100-jährlichen Abflusses wurden die resultierenden Wasserstände in der Neuen Stever berechnet (vergleich Anlage W 1.3). Dieser extreme Abfluss wurde bei den Planungen bereits berücksichtigt, aus diesem Grund sind keinerlei Probleme beziehungsweise überstaute Bereiche außerhalb der eigentlichen Trasse vorhanden. Lediglich im Bereich der Abgrabungsseen würde der Wasserstand über das heute anstehende Gelände reichen, hier ist aber aufgrund der Umgestaltungen auch keine Ausuferungsgefahr gegeben.

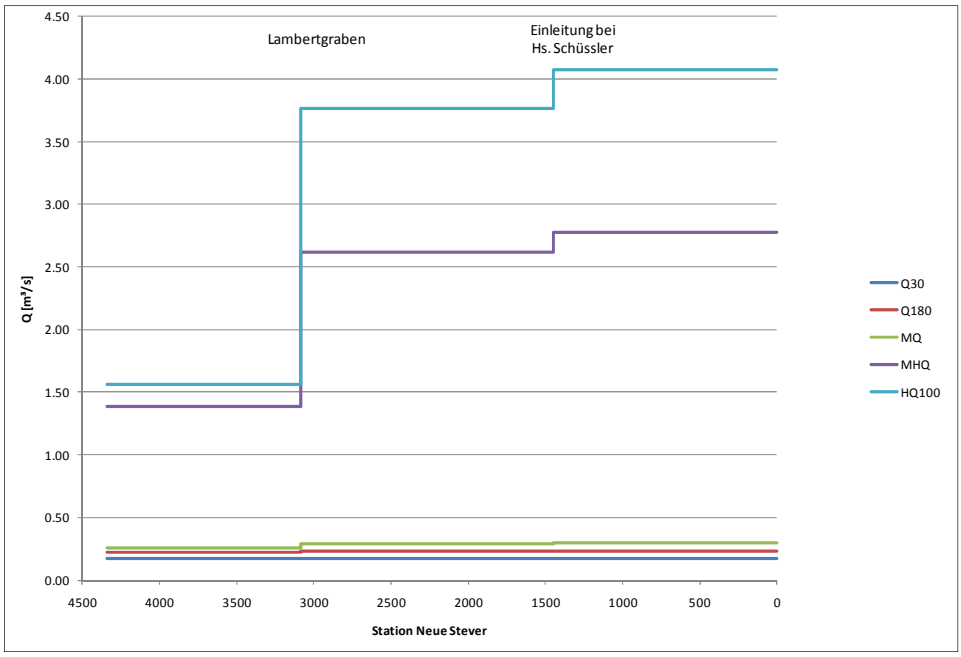


Abbildung 4.22: Hydrologischer Längsschnitt der Neuen Stever

5 Auswirkung auf die Wasserkraftnutzung

Wie in 2.2.1.1 erläutert, befindet sich an der Füchtelner Mühle eine Wasserkraftanlage, welche aus drei Wasserkraftmaschinen besteht. Im Einzelnen handelt es sich um zwei Propellerrohrturbinen mit einem Laufraddurchmesser von 90 cm und einem Schluckvermögen von maximal jeweils 2,5 m^3/s sowie ein Wasserrad Zuppinger Bauart mit einem Durchmesser von 6,4 m und einem Schluckvermögen von 1 m^3/s (technische Daten entnommen aus dem Gutachten von Dr. Jost Constantin „Ökonomischer Vergleich: Mindestwasserabgabe für den Bau eines Umgehungsgerinnes“, Oktober 2004).

In Abbildung 5.1 sind Wirkungsgradkennlinien verschiedener Turbinenarten dargestellt. Die Abbildung zeigt, dass die Wirkungsgradabhängigkeit bei Propellerturbinen im Bezug zur Beaufschlagung besonders groß ist. So ist gemäß Abbildung die Propellerturbine mit einer spezifischen Drehzahl n_q von 200 erst ab einer Beaufschlagung (Verhältnis von Zufluss zu Schluckvermögen) von mehr als 55% einsetzbar. Die in der Füchtelner Mühle eingesetzten Propellerrohrturbinen haben eine spezifische Drehzahl von 310 Umdrehungen je Minute, d.h. die Wirkungsgradkennlinie würde in Abbildung 5.1 vermutlich noch rechts der Propellerturbine mit n_q = 200 liegen.

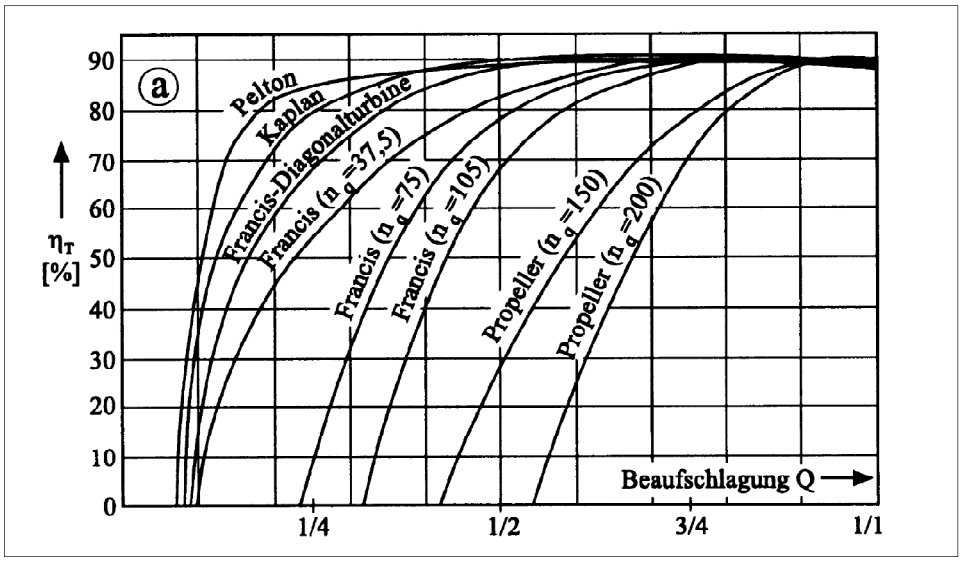


Abbildung 5.1: Vergleich der Wirkungsgradkennlinien verschiedener Turbinenarten (Quelle: Gisecke, J; Mosonyi, E.: Wasserkraftanlagen, Springer, Berlin, 1998)

Bei Wasserrädern ist der Wirkungsgrad auch bei Teilbeaufschlagung in der Regel deutlich größer als bei Propellerrohrturbinen, so kann je nach Ausführung der Anlage auch bei einer 30%igen Beaufschlagung ein Wirkungsgrad von etwa 80% erreicht werden. Zur Erreichung des maximalen bzw. optimalen Wirkungsgrades kann in Abhängigkeit des Zuflusses das Wasserrad in Kombination mit den Rohrturbinen oder auch nur die Rohrturbinen alleine eingesetzt werden.

Da für die Anlage der Füchtelner Mühle keine Wirkungsgradkennlinien vorliegen, wurden die in Abbildung 5.2 dargestellten Gesamtwirkungsgrade der jeweiligen Wasserkraftmaschinen angesetzt.

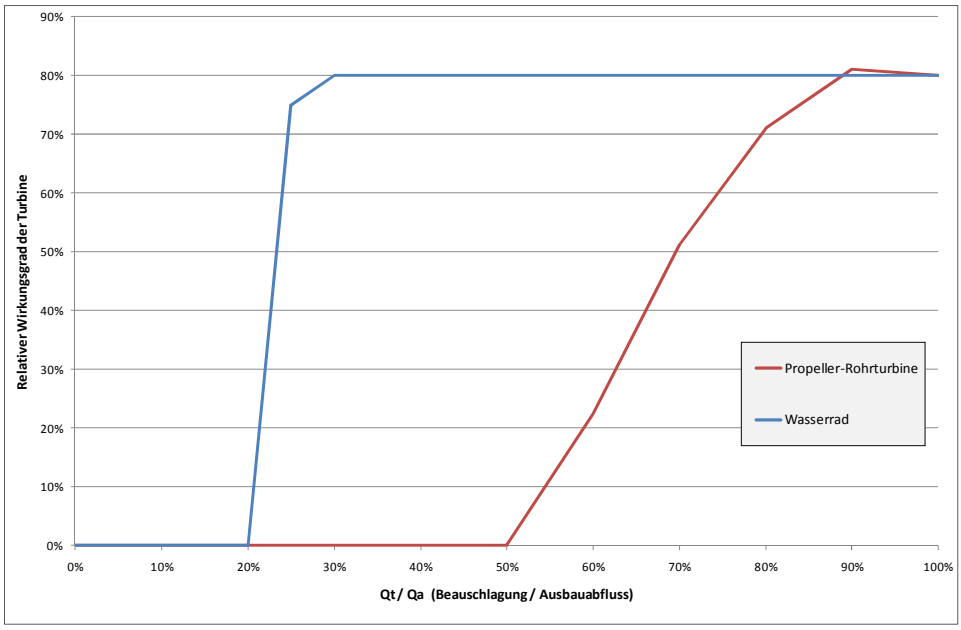


Abbildung 5.2: Zur Berechnung angenommene Wirkungsgradkennlinien

Abbildung 5.3 zeigt den zugehörigen Einsatz der jeweiligen Wasserkraftmaschinen für die Erreichung des optimalen Gesamtwirkungsgrades. So ist beispielsweise bei einem Zufluss von 1,8 m^3/s lediglich das Wasserrad im Einsatz, die Propellerrohrturbine kann mit dem verbleibenden Abfluss von 0,8 m^3/s nicht betrieben werden. Bei steigendem Zufluss folgt die Beaufschlagung der Propellerturbine und die des Wasserrades wird zu 0 gesetzt.

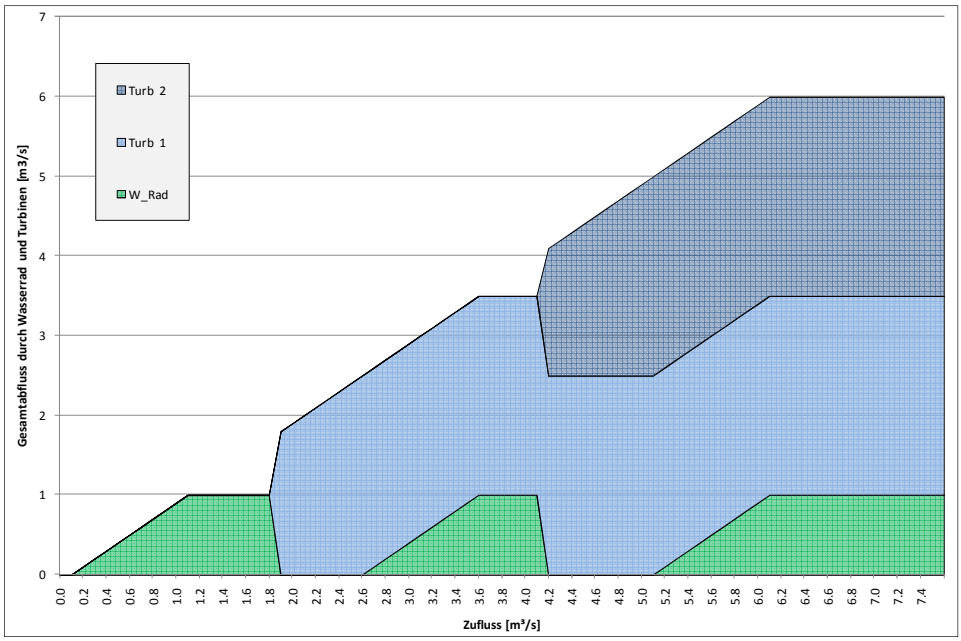


Abbildung 5.3: Einsatzbereich der jeweiligen Wasserkraftmaschine in Abhängigkeit des Zuflusses

In Abbildung 5.4 sind die optimalen Abflussanteile, die durch die jeweilige Wasserkraftmaschine geleitet werden, auf Basis der Dauerlinie eines mittleren Abflussjahres dargestellt, die optimale Beaufschlagung im Wasserwirtschaftsjahr 2005 ist in Abbildung 5.5 wiedergegeben.

Die mit Wasserkraftanlagen erzielbare Leistung hängt vom Nutzgefälle, dem Durchfluss und dem jeweiligen Anlagewirkungsgrad ab. Der angesetzte Anlagewirkungsgrad und die Beaufschlagung der drei vorhandenen Wasserkraftmaschinen sind in den obigen Ausführungen dargelegt. Die nutzbare Fallhöhe ist in dem mehrfach erwähnten Gutachten angegeben und wurde für die hier durchgeführten Berechnungen übernommen. Auch die Annahme, dass an 20 Tagen im Jahr aufgrund von Hochwasser die Wasserkraftanlage still steht, wurde angesetzt.

Unter Ansatz des mittleren Abflussjahres (gemäß dem Gewässerkundlichen Jahrbuch 2005) ergibt sich für den Istzustand eine jährliche Gesamtleistung von rund 503.000 Kilowattstunden. Nach der Realisierung des Umfluters reduziert sich die Gesamtjahresleistung auf rund 409.000 Kilowattstunden, durch den Anschluss der Neuen Stever ergibt sich eine weitere Reduzierung auf etwa 377.000 Kilowattstunden je Jahr.

Im Vergleich zum Istzustand wird somit durch den Umfluter die Jahresarbeit um rund 19% reduziert, bei zusätzlicher Realisierung der Neuen Stever wird der Ist-Jahresertrag um weitere 6% reduziert.

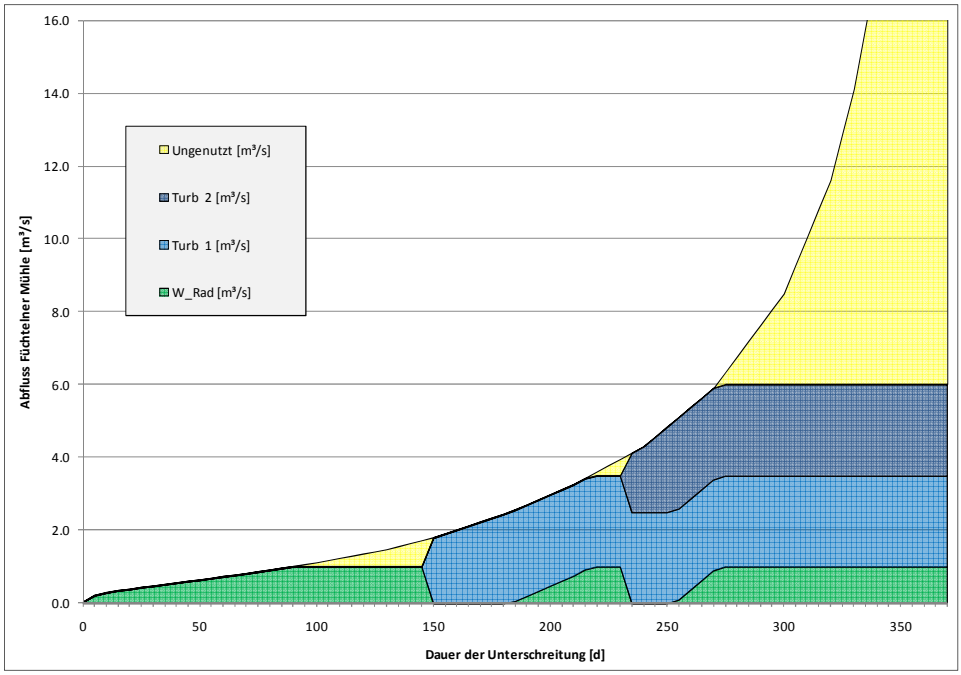


Abbildung 5.4: Optimale Beaufschlagung der jeweiligen Wasserkraftmaschine bei Ansatz eines mittleren Abflussjahres (Basis: Dauerlinie der Unterschreitung am Pegel Füchtelner Mühle / Stever, DGJ 2005, mittlere Werte)

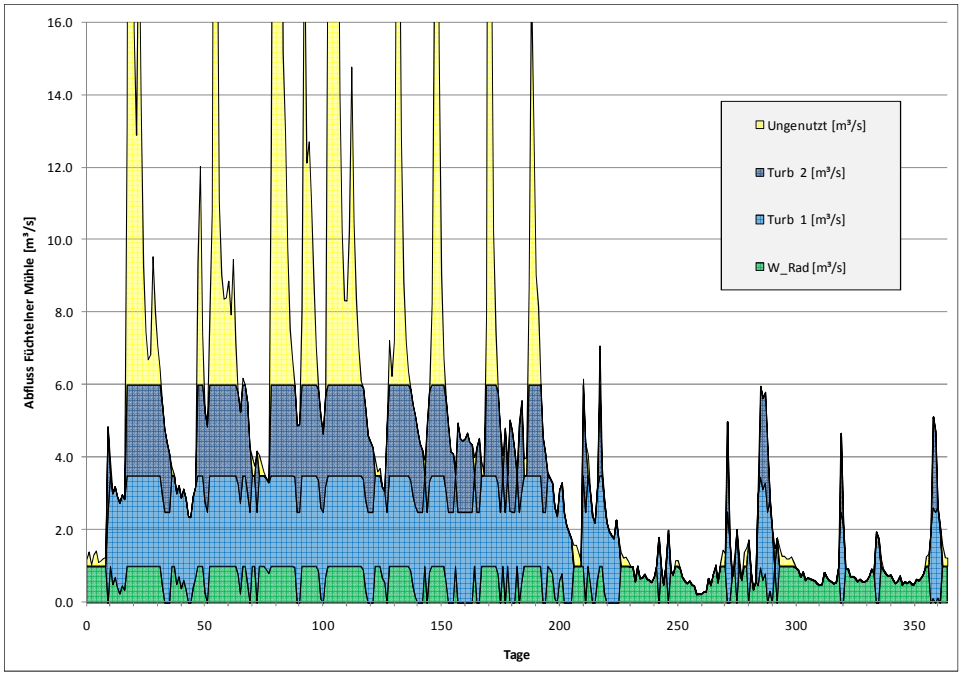


Abbildung 5.5: Optimaler Einsatz der jeweiligen Wasserkraftmaschine im Wasserwirtschaftsjahr 2005, Istzustand

Die Vergütung für Strom aus Wasserkraftanlagen wird durch das Gesetz für den Vorrang der Erneuerbaren Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG, Januar 2012) geregelt. Demnach orientiert sich die Vergütung nach §23 EEG an den Leistungsklassen von Wasserkraftanlagen sowie der Inbetriebnahme sowie dem Zeitpunkt und der Art von Modernisierungen. Die Anlage Füchtelner Mühle ist der Leistungsklasse bis 500 kW zuzuordnen, die Inbetriebnahme erfolgte vor dem 1. Januar 2009, eine Modernisierung im Sinne des EEG §23, Absatz 2 erfolgte seitdem nicht. Gemäß §66 EEG gelten daher die Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074) in der am 31. Dezember 2011 geltenden Fassung, d.h. die Vorschriften des Erneuerbare-Energien-Gesetzes vom 21. Juli 2004. Im heutigen Zustand werden demnach 7,67 Cent je kWh vergütet.
In Tabelle 5.1 sind die Jahreserträge für die verschiedenen Ausbauzustände auf Basis des mittleren Abflussjahres (DGJ 2005) zusammengestellt.

Tabelle 5.1: Vergleich der Jahreserträge der Wasserkraftanlage für die untersuchten Ausbauzustände

Ausbauzustand	Arbeit		Vergütung		
	[kWh/Jahr]	Änderung	ct/kWh	€/Jahr	Diff. €/Jahr
Istzustand	503 000	100%	7.67	38 580	0
Zustand mit Umfluter	409 000	81%	7.67	31 370	-7 210
Zustand mit Umfluter und Neuer Stever	377 000	75%	7.67	28 916	-9 664

In Bezug zum heutigen Zustand, d.h. dem Zustand ohne Umfluter reduziert sich die mittlere Jahresvergütung durch den Bau des Umfluters um rund 7.200,-- €, durch den Bau der Neuen Stever nimmt die mittlere Jahresvergütung um 2.450,-- € ab.

6 Grunderwerb

Die zur Umsetzung der Neuen Stever erforderlichen Flächen sind im Besitz weniger Eigentümer. Neben Grundstücken der Stadt Olfen und der RAG Aktiengesellschaft sind Flächen der Eigentümer Schulze-Kökelsum und Schlüter von der Planung betroffen.

Die Stadt Olfen als Planungsträger hat bereits Vorgespräche mit den o.g. Beteiligten geführt und plant den freihändigen Erwerb der erforderlichen Flächen. Im Zuge der Planungen ist es möglicherweise sinnvoll, bodenordnende Maßnahmen durchzuführen, um die Agrarstruktur im betroffenen Gebiet zu verbessern.

7 Projektabwicklung

In den nachfolgenden Kapiteln werden die wichtigsten Fragestellungen zur Projektabwicklung beantwortet. Neben dem Bauablauf werden der erforderliche Zeitbedarf geschätzt und Ideen zum Bodenmanagement aufgezeigt. Abschließend folgt die Ermittlung der Kosten, die bei der Realisierung der Neuen Stever zu erwarten sind.

7.1 Bauablauf und Zeitplan

Der Bauablauf wird von den wesentlichen Bauaufgaben bestimmt. Diese sind:

- Erdarbeiten zur Schaffung der Sekundäraue auf einer Länge von 4,4 km
- Neubau von Kreuzungsbauwerken (siehe Kapitel 4.3)
- Rückbau bestehender Kreuzungsbauwerke (zwei vorhandene Durchlässe am Schüßlergraben / GewKz 27887382)
- Wasserbauliche Maßnahmen im Entnahmebereich der Stever, in der Gefällestrecke und im Mündungsbereich von Nebengewässern
- Rodungsarbeiten

Für die Gesamtdauer der Baumaßnahme sind die Erdarbeiten, d.h. der Aushub und Abtransport von 275.500 m³ Material maßgebend. Die Erdarbeiten können unabhängig voneinander in mehreren Losen parallel durchgeführt werden. Der Bodenaushub zur Herstelllung der Sekundäraue erfolgt in Vorkopfbauweise, wodurch der Abtransport des Materials teilweise innerhalb der Sekundäraue erfolgen kann. Über Rampen wird die Verbindung zur Baustraße hergestellt, die an das Wege- und Straßennetz anschließt.

Im Rahmen der Erdarbeiten ist mit dem Eintritt von Grundwasser zu rechnen. Bei der Herstellung sollte das anfallende Wasser nicht nur bei Erreichen des Endaushubs, sondern kontinuierlich mit dem Aushub abgeführt werden. Aus diesem Grund erscheint ein Arbeiten gegen die

Fließrichtung sinnvoll. Die Details sind im Rahmen der Ausführungsplanung festzulegen.

In einigen Abschnitten der Trasse sind vor Beginn der Erdarbeiten Rodungen von vorhandenem Gehölz erforderlich. Diese Arbeiten sollten zum Schutz der Vögel im Winterhalbjahr in Abstimmung mit den Fachbehörden durchgeführt werden.

Der Neubau von Kreuzungsbauwerken kann unabhängig von den Erdarbeiten erfolgen, sofern im Nahbereich der Brückenstandorte der für die Arbeiten notwendige Arbeitsraum ausgehoben wurde. Der Rückbau vorhandener Durchlässe sollte dem Bau der neuen Brücken unmittelbar vorausgehen, um provisorische Überfahrten nur für möglichst kurze Zeit vorhalten zu müssen.

Die Baustellenerschließung erfolgt über eine einspurige Baustraße (3,5 m Breite), die parallel zur späteren Böschungsoberkante der Sekundäraue angelegt wird. Nach Abschluss der Bauarbeiten an und in der Sekundäraue wird die Baustraße rückgebaut und an gleicher Stelle ein gewässerbegleitender Unterhaltungsweg angelegt (siehe Kapitel 4.11).

Für die Ausführung der Baumaßnahme wird eine Dauer von 18 Monaten geschätzt. Unter Berücksichtigung jahreszeitlicher Beschränkungen hinsichtlich der Rodungs- und Erdarbeiten ergibt sich eine Gesamtdauer der Maßnahme von 24 Monaten.

7.2 Bodenmanagement

Zur Schaffung der Neuen Stever werden umfangreiche Erdarbeiten notwendig. Insgesamt fallen etwa 275.500 m³ Erdaushub an, von denen der größte Anteil im südlichen Planungsraum abgetragen werden muss, da hier die topografischen Verhältnisse große Einschnittstiefen bedingen (siehe Abbildung 7.1).

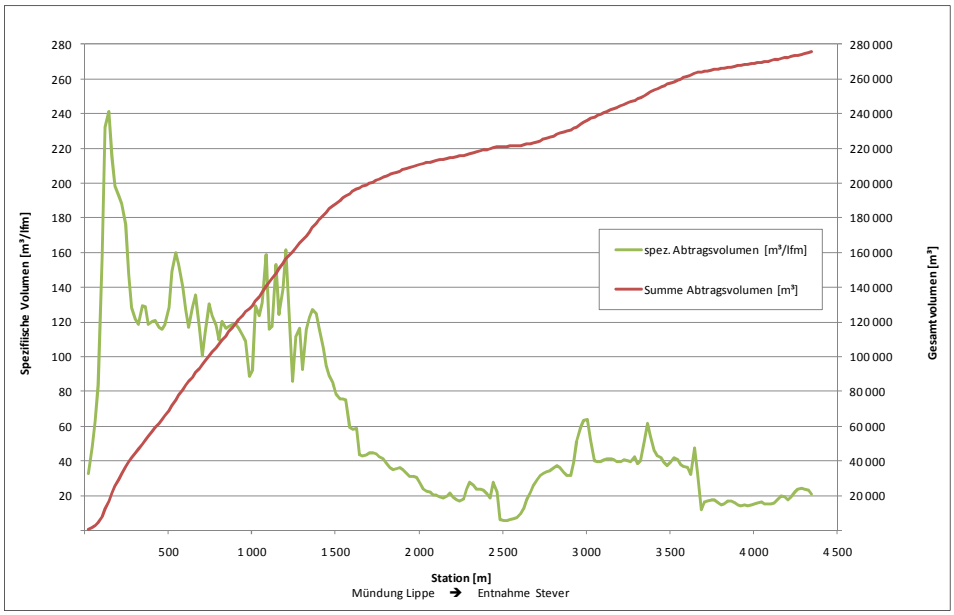


Abbildung 7.1: Abtragsvolumina des Erdaushubs zur Schaffung der Neuen Stever

Das anfallende Material findet im Zuge der Baumaßnahme keine weitere Verwendung. Neben der Deponierung wurden Möglichkeiten zur weiteren Nutzung des Aushubmaterials als Baustoff in Erwägung gezogen. In diesem Zusammenhang wurde mit dem Lippeverband Kontakt aufgenommen. Der Lippeverband plant einen weitgehenden Neubau der Lippedeiche zwischen Haltern-Lippramsdorf und Marl (HaLiMa). Auf insgesamt rund fünf Kilometern Länge sollen die Deiche der Lippe in den kommenden Jahren neu errichtet werden. Zusätzlich wird Material benötigt, um das Flussbett der Lippe im Bereich Lippramsdorf-Marl aufzuhöhen, das durch Bergsenkungen stark abgesunken ist. Insgesamt werden rund 3 Mio. m³ Material verbaut, etwa 2,2 Mio. m³ müssen angeliefert werden. Der Verband hat grundsätzliches Interesse am Material, das durch den Bau der Neuen Stever anfällt, bekundet. Voraussetzung hierfür ist die geotechnische Eignung, wobei hierbei für den Deichbau höhere Anforderungen bestehen als bei Verwendung zur Auengestaltung. Für weitere Beurteilungen ist es notwendig, durch Bodengutachten die Eignung des Materials zu prüfen.
Sofern eine Weiterverwendung des Materials als Baustoff möglich und gewünscht ist, könnten ggf. auch Zwischenlagerflächen des HaLiMa-Projektes (Kapazität von ca. 250.000 m³) entsprechend genutzt werden. Der Transport des Bodenaushubs würde zunächst mit LKW erfolgen, der

Weitertransport zum HaLiMa-Gebiet wäre über den Wasserweg (Wesel-Datteln-Kanal) mit anschließendem Bandtransport möglich.
Der Beginn der Baumaßnahme an der Lippe ist für 2012/2013 vorgesehen.

7.2.1 Kostenberechnung

Beschreibung		Ein-heit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
Baustelleneinrichtung					
	Baustelleneinrich-tung	pau-schal	1	20 000,-	20 000,-
	Baustraße	m²	7 500	12,-	90 000,-
Abbruch					
	Rückbau Ufersiche-rung	m²	8 000	5,-	40 000,-
	Sonderbauwerke entfernen	Stück	2	1 000,-	2 000,-
Vorbereitung der Trasse					
	Bäume entfernen	Stück	1 500	30,-	45 000,-
	Wurzeln roden	Stück	1 500	30,-	45 000,-
	Sträucher etc. entfernen	m²	52 600	2,50	131 500,-
	Anschlüsse und Einleitungen	Stück	5	1 500,-	7 500,-
	Anschlüsse Dräna-gen	Stück	100	40,-	4 000,-
Wasserhaltung					
	Stever-Anschluss	pau-schal	1	7 500,-	7 500,-
	Neues Gewässer	pau-schal	1	7 500,-	7 500,-
Bodenbewegung					
	Oberboden (0,25 m); abschieben, lagern, laden und transpor-tieren zur AN-Deponie	m³	33 500	14,-	469 000,-
	Erdarbeiten; abschieben, lagern, laden und transpor-tieren zur AN-Deponie	m³	242 000	17,50	4 235 000,-
Gestaltung / Sicherung					

Beschreibung		Ein-heit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
	Profilgestaltung, Nacharbeiten	m²	83 700	1,50	125 550,-
	Filterschicht, ca, 0,2 m	m²	1 440	4,-	5 760,-
	Böschungsfuss- und Sohlsicherung; Natursteine, liefern, lagern, einbauen	m²	1 200	30,-	36 000,-
	Vegetationsfaschine	lfm	2 000	25,-	50 000,-
	Schlafende Sicherung	lfm	2 200	50,-	110 000,-
	Tothölzer (ca. 6m) liefern, Lagesicher einbauen und einbinden	Stück	38	250,-	9 500,-
	Beton, liefern inkl. Einbau	m³	100	90,-	9 000,-
Sonderbauwerke					
	Durchgängige Straßenquerungen an Kreisstraßen herstellen, sichern	Stück	2	45 000,-	90 000,-
	Durchgängige Straßenquerungen herstellen, sichern	Stück	3	25 000,-	75 000,-
	Durchgängige Wegequerungen herstellen, sichern	Stück	2	15 000,-	30 000,-
	Fußgängerbrücke	Stück	1	105 000,-	105 000,-
	Durchgängige Zufahrt Naturbad Olfen	Stück	1	60 000,-	60 000,-
	Kaskade herstellen	lfm	190	1 000,-	190 000,-
Anschlussbauwerk					
	Regelungsbauwerk Stever, inkl. Stahl-bau u. Antrieb	Stück	1	35 000,-	35 000,-
	Anschlussbauwerk Stever	Stück	1	25 000,-	25 000,-

Beschreibung		Ein-heit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
	Sohlanhebung Stever	Stück	1	85 000,-	85 000,-
	Uferaufweitung Stever - rechtes Ufer	lfm	100	200,-	20 000,-
	Anpassungsarbeiten - linkes Ufer	lfm	100	100,-	10 000,-
Sonstiges					
	Baustraßenrückbau	lfm	200	15,-	3 000,-
	Baustraße zu Unterhaltungsweg rückbauen	lfm	2 300	10,-	23 000,-
	Wiederherstellung vorhandener Wege	lfm	300	20,-	6 000,-
	Rand- und Anschlussarbeiten	pau-schal	1	15 000,-	15 000,-
Messtechnik					
	Pegel	Stück	1	20 000,-	20 000,-
				Netto [€]	6 221 810,-
				MwSt 19% [€]	1 182 143,90
				Brutto[€]	**7 403 953,90**

7.2.1 Kostenberechnung

Seite 105 ff, Pegelkosten erhöht wegen der Anforderungen des LANUV.

Beschreibung	Einheit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
Baustelleneinrichtung				
Baustelleneinrichtung	pauschal	1	20 000,-	20 000,-
Baustraße	m²	7 500	12,-	90 000,-
Abbruch				
Rückbau Ufersicherung	m²	8 000	5,-	40 000,-
Sonderbauwerke entfernen	Stück	2	1 000,-	2 000,-
Vorbereitung der Trasse				
Bäume entfernen	Stück	1 500	30,-	45 000,-
Wurzeln roden	Stück	1 500	30,-	45 000,-
Sträucher etc. entfernen	m²	52 600	2,50	131 500,-
Anschlüsse und Einleitungen	Stück	5	1 500,-	7 500,-
Anschlüsse Dränagen	Stück	100	40,-	4 000,-
Wasserhaltung				
Stever-Anschluss	pauschal	1	7 500,-	7 500,-
Neues Gewässer	pauschal	1	7 500,-	7 500,-
Bodenbewegung				
Oberboden (0,25 m); abschieben, lagern, laden und transportieren zur AN-Deponie	m³	33 500	14,-	469 000,-
Erdarbeiten; abschieben, lagern, laden und transportieren zur AN-Deponie	m³	242 000	17,50	4 235 000,-
Gestaltung / Sicherung				
Profilgestaltung, Nacharbeiten	m²	83 700	1,50	125 550,-
Filterschicht, ca, 0,2 m	m²	1 440	4,-	5 760,-

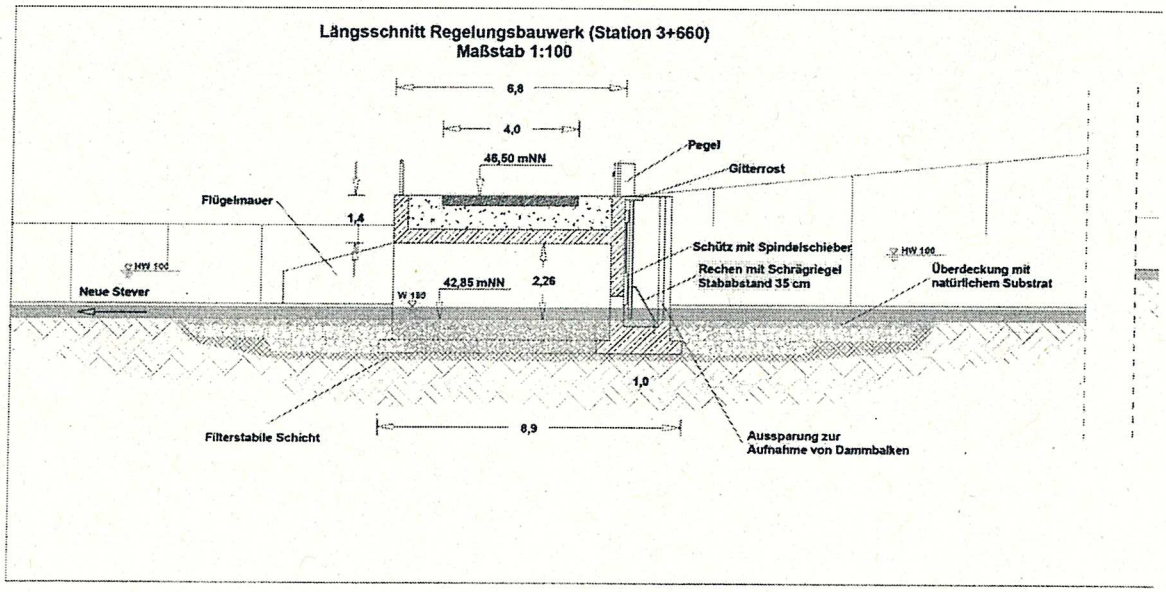
Beschreibung	Einheit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
Böschungsfuss- und Sohlsicherung; Natursteine, liefern, lagern, einbauen	m²	1 200	30,-	36 000,-
Vegetationsfaschine	lfm	2 000	25,-	50 000,-
Schlafende Sicherung	lfm	2 200	50,-	110 000,-
Tothölzer (ca. 6m) liefern, Lagesicher einbauen und einbinden	Stück	38	250,-	9 500,-
Beton, liefern inkl. Einbau	m³	100	90,-	9 000,-
Sonderbauwerke				
Durchgängige Straßenquerungen an Kreisstraßen herstellen, sichern	Stück	2	45 000,-	90 000,-
Durchgängige Straßenquerungen herstellen, sichern	Stück	3	25 000,-	75 000,-
Durchgängige Wegequerungen herstellen, sichern	Stück	2	15 000,-	30 000,-
Fußgängerbrücke	Stück	1	105 000,-	105 000,-
Durchgängige Zufahrt Naturbad Olfen	Stück	1	60 000,-	60 000,-
Kaskade herstellen	lfm	190	1 000,-	190 000,-
Anschlussbauwerk				
Regelungsbauwerk Stever, inkl. Stahlbau u. Antrieb	Stück	1	35 000,-	35 000,-
Anschlussbauwerk Stever	Stück	1	25 000,-	25 000,-
Sohlanhebung Stever	Stück	1	85 000,-	85 000,-
Uferaufweitung Stever - rechtes Ufer	lfm	100	200,-	20 000,-
Anpassungsarbeiten - linkes Ufer	lfm	100	100,-	10 000,-
Sonstiges				
Baustraßenrückbau	lfm	200	15,-	3 000,-

Beschreibung		Einheit	Vorder-satz	EP [€]	Summe[€]
	Baustraße zu Unterhaltungsweg rückbauen	lfm	2 300	10,-	23 000,-
	Wiederherstellung vorhandener Wege	lfm	300	20,-	6 000,-
	Rand- und Anschlussarbeiten	pauschal	1	15 000,-	15 000,-
Messtechnik					
	Pegel inkl. in Betriebnahme	Stück	1	40 000,-	40 000,-
				Netto [€]	6 261 810,-
				MwSt 19% [€]	1 189 743,90
				Brutto[€] *	**7 451 553,90**

* zzgl. Planungskosten Phase IV bis IX

Planänderung W 3.2

Im Plan W 3.2 wurde der Stababstand im Regelungsbauwerk korrigiert. Die Korrektur ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt, der korrigierte Plan liegt bei.



8 Literaturverzeichnis

BAW-MSD (2011): BAW-Merkblatt - Standsicherheit von Dämmen an Bundeswasserstraßen. Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe.

BMU (2005): Leitfaden für die Vergütung von Strom aus Wasserkraft. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU), Berlin.

CONSTANTIN (2004): Ökonomischer Vergleich: Mindestwasserabgabe für den Bau eines Umgehungsgerinnes, Gutachten im Auftrag der Stadt Olfen.

DIN 19661-2 (2000): Sohlenbauwerke - Teil 2: Abstürze, Absturztreppen, Sohlenrampen, Sohlengleiten, Stützschwellen, Grundschwellen, Sohlenschwellen. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Berlin.

DGJ RHEINGEBIET III (2005): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Rheingebiet, Teil III. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW, Recklinghausen.

FRANK (2012): Grundbau 1, Vorlesungsskript der Fachhochschule Gießen-Friedberg, Fachbereich Bauwesen.

HEC-RAS RIVER ANALYSIS SYSTEM (2008): User´s Manual, Version 4.1, US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center

SWS-VISUAL MODFLOW (2008): User´s Manual, Visual ModFlow Version 4.3, Schlumberger Water Services. www.swstechnology.com

KREIS COESFELD (2006): Konzept zur naturnahen Entwicklung der Stever und ausgewählter Nebengewässer. Unveröffentlichtes Gutachten

LUA – LANDESUMWELTAMT NORDRHEIN-WESTFALEN (2001): Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen – LUA Merkblatt Nr. 34. Essen.

MUNLV NRW – MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2003): Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Wasserwirtschaft Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf.

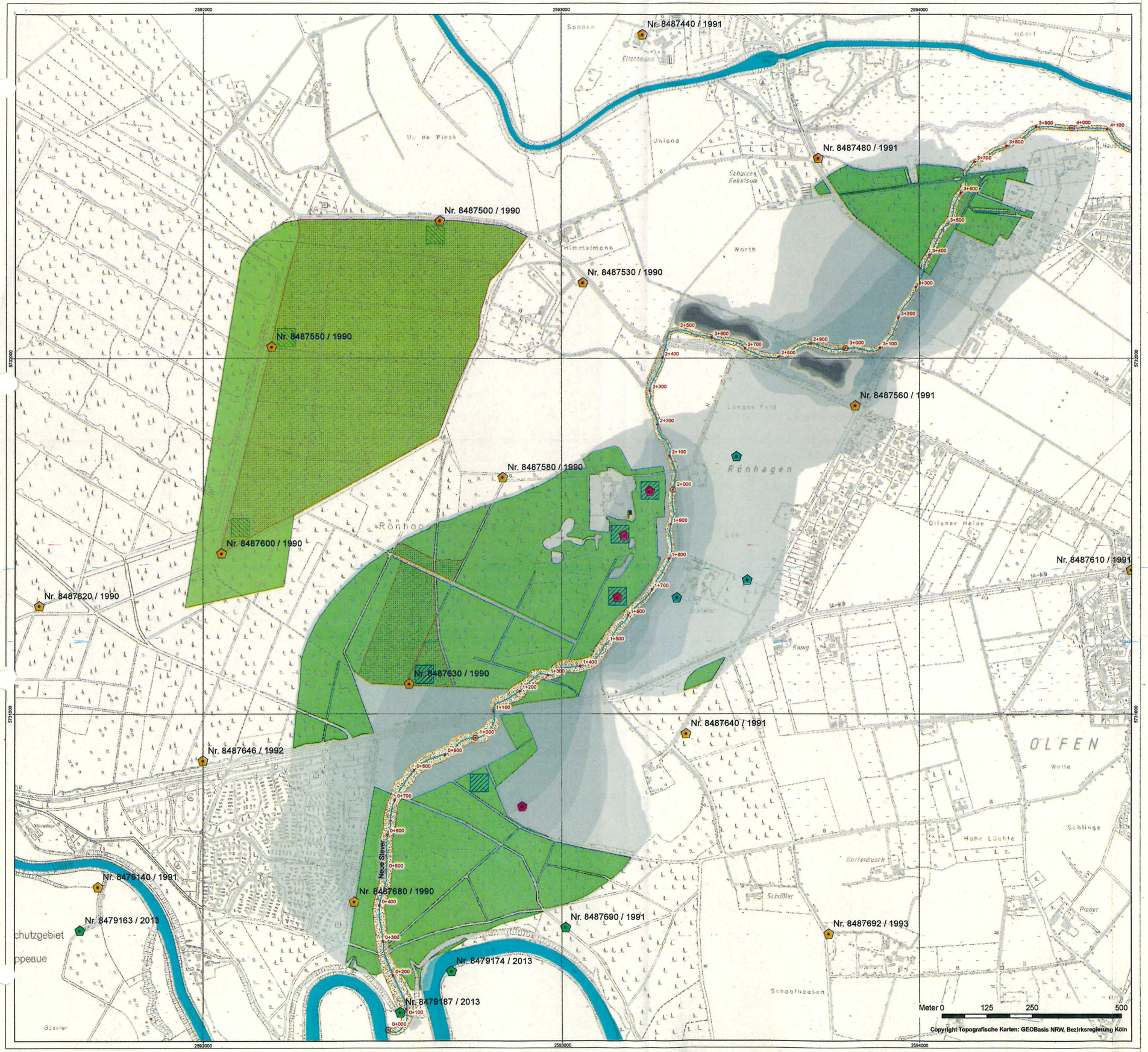
MUNLV NRW – MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2005): Handbuch Querbauwerke. Düsseldorf.

MUNLV NRW – MINISTERIUM FÜR UMWELT UND NATURSCHUTZ, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN (2010): Blaue Richtlinie – Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen – Ausbau und Unterhaltung. Düsseldorf.

PREIßLER, BOLLRICH (1985): Technische Hydromechanik – Band 1. Verlag für Bauwesen, Berlin.

SIMMER (1980): Grundbau I – Bodenmechanik und erdstatische Berechnungen. Teubner, Stuttgart

STADT OLFEN (2007): Umflutplanung Füchtelner Mühle – Stever, Ergänzungsverfahren nach § 73 WHG Abs. 8 VwVfg zum Gewässerausbauverfahren nach § 31 WHG. Unveröff. Gutachten.



Legende

Umflutplanung (planfestgestellt)

Rückbau bestehender / geplanter Gewässer

Gewässer

Überschwemmungsgebiet HQ100

Neue Stever

- Hundert Meter
- Fünfhundert Meter
- 1 Kilometer

Gewässerachse

Böschung Sekundäraue

Unterhaltungsweg

Landschaftsseen (im separaten Genehmigungsverfahren)

Böschungsoberkante bis Wasserspiegellage

Wasserspiegellage bis obere Grenze Röhrichtzone

Röhrichtzone

Untere Grenze Röhrichtzone bis Seesohle

Seesohle

Tüchtige GW-Messstellen (Nummer / Jahr der letzten Messung)

Historische Messwerte

Aktuelle Messwerte

Monitoring Neue Stever

Geplante GW-Messstelle

Geplante GW-Messstelle auf landwirtschaftlicher Fläche

Monitoring Oberflächengewässer

Geplanter Lattenpegel

Vegetationskundliches Monitoring & Waldzustandserfassung

Suchraum für pflanzensoziologische Aufnahmeflächen (vegetationskundliches Monitoring) auf Referenzflächen

Suchraum für pflanzensoziologische Aufnahmeflächen (vegetationskundliches Monitoring) im GW-Absenkungsbereich

Suchraum für die Waldzustandserfassung (Referenzflächen)

Suchraum für die Waldzustandserfassung (im GW-Absenkungsbereich)

Waldzustandserfassung und vegetationskundliches Monitoring in der Flächenkulisse des Hutewaldprojektes (mögliche Nutzung von Synergien)

Grundwasser-Absenkung bei gemittelten Verhältnissen

- > 2.00 m
- 2.00 - 1.00 m
- 1.00 - 0.75 m
- 0.75 - 0.50 m
- 0.50 - 0.25 m

Stadt Olfen

Der Bürgermeister
Kirchstr. 5
59399 Olfen

Maßnahme:	Neue Stever bei Olfen
Plan:	Grundwasser-Absenkung bei gemittelten Verhältnissen
Plan Nr.:	
Plangröße:	A1
Maßstab:	1 : 5.000

ARGE WASSER

Turpinstraße 19, 52066 Aachen
Tel.:0241/94992-0, Fax:0241/94922-29

	Datum	Name
Gez.:	16.10.2015	Hoffmann
Bearb.:		
Gepr.:		

Aachen, den 03.08.2015

Der Auftraggeber